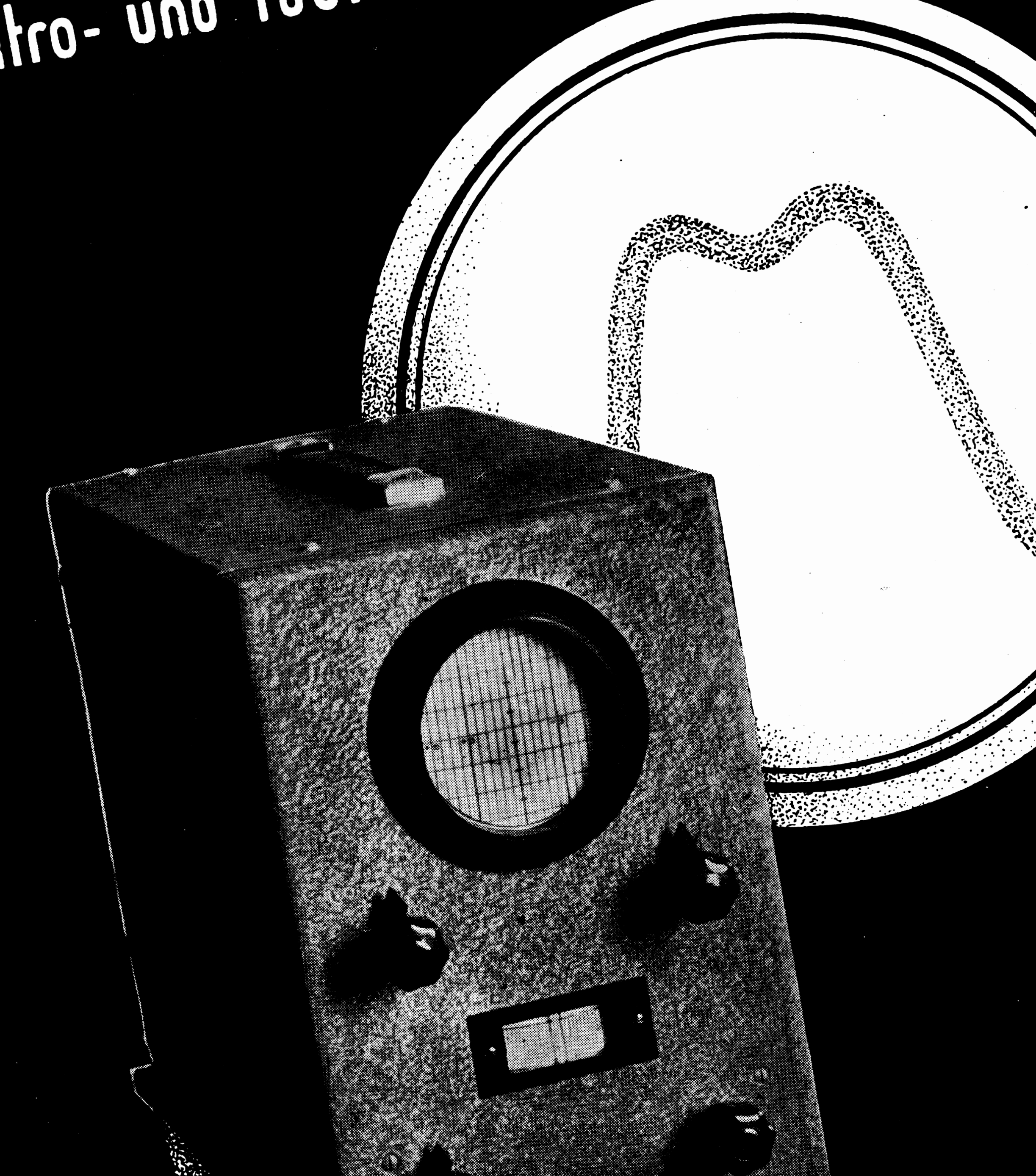
das elektron

das elektron

elektro- und radiotechnische monatshefte



HEFT 11

Wie dimensioniert man

Starkstromleitungen?

Saubere, einwandfreie und dauerhafte Installation muß wie jede andere technische Arbeit vorher richtig geplant und dimensioniert werden. Nachfolgende Zusammenstellung gibt die zu beachtenden Gesichtspunkte und die notwendigen Werte an.

Die Bemessung einer Leitung erfolgt nach folgenden Gesichtspunkten:

1. Darf sich die Leitung nicht übermäßig erwärmen.

2. Muß die Leitung genügend mechanische Festigkeit haben.

3. Darf der Spannungsabfall auf der Leitung ein gewisses Maß nicht übersteigen.

4. Muß die Isolation die notwendige Spannungsfestigkeit haben.

Art und Querschnitt der Leitung sind so zu wählen, daß sie allen Bedingungen entsprechen.

I. Bestimmung des Querschnittes.

Der Querschnitt der Leitung wird bestimmt:

1. Aus der höchstzulässigen Erwärmung.

2. Aus dem zulässigen Spannungsabfall.

3. Muß auf Grund der mechanischen Festigkeit ein gewisser Mindestquerschnitt eingehalten werden.

Der größte dieser drei Querschnitte ist zu verlegen. Bei kurzen isolierten Leitungen, wie sie zur Inneninstallation verlegt werden, ist der Spannungsabfall meistens unbedeutend. Die Dimensionierung erfolgt auf Grund der zulässigen Erwärmung. Bei blanken Freileitungen tritt die Erwärmung in den Hintergrund. Die Dimensionierung erfolgt aus dem Spannungsabfall. In beiden Fällen ist aber auf jeden Fall mindestens der sich auf Grund der mechanischen Festigkeit ergebende Mindestquerschnitt zu verlegen.

1. Die Erwärmung der Leitung.

Um zu verhindern, daß die Leitungen infolge zu hoher Strombelastung übermäßig warm werden, sind in den Sicherheitsvorschriften die Belastungen der Normquerschnitte festgelegt. Der Höchststrom ist dabei so gewählt, daß die Temperaturerhöhung der Leitung gegenüber der Umgebung nicht mehr als 20° C beträgt. In der Annahme, daß die Raumtemperatur nicht höher als 30° C wird, werden sich die Leitungen nicht über $30 + 20 = 50°$ C erwärmen. Durch Versuche ist festgestellt worden, daß bei einer Erwärmung von 50° C die Gummiader isolierter Leitungen schadhaft wird.

a) Bei Dauerbetrieb dürfen isolierte Leitungen aus Kupfer bzw. Aluminium mit den in der Tabelle I, Spalte 2, 4 u. 6, enthaltenen Höchststromstärken belastet werden.

Für blanke Leitungen bis 50 mm², die dauernd belastet sind, gelten gleichfalls die Werte der Spalten 2 bis 5. Auf blanke Leitungen über 50 mm² Querschnitt sowie auf Fahr- und Freileitungen, ferner auf isolierte Leitungen für aussetzenden Betrieb

Tabelle I. Belastungszahlen für gummiisolierte Leitungen mit Kupfer- und Aluminiumleitern:

1	2		3		4		5		6	7
	Bei fester Verlegung in Rohr				Bei fester Verlegung in Luft				Für bewegliche Leitungen	
Nennquerschnitt für Cu- und Al-Leiter für in mm²	höchste dauernd zulässige Stromstärke für jeden Leiter (in Amp.)		Nennstromstärke für entsprechende Schmelzsicherung (in Amp.)		höchste dauernd zulässige Stromstärke für jeden Leiter (in Amp.)		Nennstromstärke für entsprechende Schmelzsicherung (in Amp.)		höchste dauernd zulässige Stromstärke für jed. Leiter (in Amp.)	Nennstromstärke für entsprechende Schmelzsicherung (in Amp.)
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Cu
0,75	—	—	—	—	—	—	—	—	14	10
1	12	—	6	—	—	—	—	—	17	10
1,5	16	—	10	—	—	—	—	—	21	15
2,5	21	17	15	10	—	—	—	—	27	20
4	27	22	20	15	—	—	—	—	35	25
6	35	28	25	20	—	—	—	—	48	35
10	48	38	35	25	—	—	—	—	66	60
16	66	53	60	35	—	—	—	—	90	80
25	90	72	80	60	—	—	—	—	110	100
35	110	90	100	80	—	—	—	—	140	125
50	140	110	125	100	—	—	—	—	175	160
70	175	140	160	125	230	185	200	160	215	200
95	215	175	200	160	290	230	260	200	260	225
120	255	205	225	200	350	280	300	260	305	260
150	295	235	260	225	410	330	350	300	350	300
185	340	270	300	260	480	385	430	350	400	350
240	400	320	350	300	570	455	500	430	480	430
300	470	375	430	350	660	530	600	500	570	500
400	570	455	500	430	790	630	700	600	—	—
500	660	530	600	500	900	720	800	700	—	—

(Fortsetzung auf Seite 376)

das elektron

das elektron

elektro- und radiotechnische monatshefte

Heft 11, Jahrgang 1948

Herausgeber: Ing. Hugo Kirnbauer, Linz, Landstraße 9, Tel. 21450, 38166. Postanschrift: Linz, Landstraße 9

Eine Bitte an die Industrie

H. K. Eigentlich müßte es eine Selbstverständlichkeit sein, über die sich jedes Schreiben erübrigt. Wir meinen die Zusammenarbeit zwischen Industrie und Fachpresse. Aber leider, leider, die Zeiten gehören der Vergangenheit an, als die Fachzeitungen noch regelmäßig die Serviceblätter und andere Unterlagen über die Produktion der einzelnen Firmen erhielten. Damit ist ja schließlich auch beiden Teilen geholfen gewesen. Die Fachpresse konnte ihren Lesern Schaltungseinzelheiten und sonstige Details der erzeugten Geräte vermitteln und die einzelnen informierenden Firmen hatten dabei den Vorteil, daß ihre Geräte gewürdigt und eingehend besprochen wurden. Nun, das war leider einmal. Heute bekommt man bestenfalls einmal einen höchst allgemein gehaltenen Prospekt, der, wenn es gut geht, Röhrenbestückung, Kreiszahl und Zwischenfrequenz enthält und sonst im üblichen Reklamestil — Mücke wird Elefant — gehalten ist. Auf Anfragen wird einem meistens nicht einmal geantwortet. Da hat sich z. B. in den letzten Tagen der Herausgeber einer sehr bekannten und schon lange vor dem zweiten Weltkrieg bestehenden deutschen Fachzeitschrift mit der Bitte an uns gewandt, ihm ein Schaltbild eines österreichischen Empfängers zu verschaffen, da sich die betreffende Firma trotz dreimaliger Anfrage nicht gerührt hat. Wahrlich kein Musterbeispiel für die Mithilfe der Industrie an den Aufgaben der Fachpresse. Es ist selbstverständlich, daß unter diesen Umständen die Arbeit der Fachpresse sich nicht gerade einfach gestaltet. Während wir von ausländischen Firmen mit Material, das bis in Einzelheiten geht, förmlich überschüttet werden, bekommen wir nur von ganz wenigen österreichischen Betrieben regelmäßig geeignete Unterlagen. Die Zeit, wo Schaltungen Geheimnisse enthielten, ist doch schließlich schon längst vorbei und nichts ist leichter, aber umgekehrt auch umständlicher, als von einem interessierenden Gerät eben die Schaltung aufzunehmen. Damit ist aber der Punkt der Geheimhaltung vollkommen erledigt. Nun noch etwas. Wir haben da im Heft 10 eine Uebersicht der österreichischen Empfänger gebracht, die wir bei der Wiener Herbstmesse aufgestellt haben. Wir haben darin wirklich alle österreichischen Empfänger aufgenommen, die im Rahmen der Radiomesse ausgestellt waren. Das Ganze wurde alphabetisch geordnet und unseren Lesern zur Information zur Verfügung gestellt. Gerade diese Liste wurde aber seitens der Industrie kritisiert, weil 1. zwei Firmen darin enthalten waren, deren Zugehörigkeit zur „Industrie" noch nicht geklärt ist, und 2. eine Firma, die bei der Messe nicht ausgestellt hatte, nicht erwähnt wurde. Von wo soll aber der ohnehin praktisch immer auf der Lauer liegende Redakteur der Fachzeitschrift seine Unterlagen beziehen, wenn die betreffende Firma einerseits nicht ausgestellt hat und anderseits auch keinerlei Informationen aussendet und zum guten Schluß auch im Handel beim besten Willen kein derartiger Empfänger zu sehen ist?

Der Sinn dieser Zeilen soll nun sein, eine enge Zusammenarbeit zwischen Industrie und Fachpresse anzuregen. Wir sprechen da nicht nur im Eigeninteresse, sondern machen uns auch zum Anwalt aller anderen elektro- und radiotechnischen Fachzeitschriften. Liebe Industrie! Bitte sende uns Schaltunterlagen und technische Einzelheiten Deiner Erzeugnisse und Probemuster, und „das elektron" wird dann objektiv und sachlich prüfen und alles technisch Bemerkenswerte seinen Lesern vermitteln. Dürfen wir auch mit Ihrer Mitarbeit rechnen? Wir bitten darum.

INHALTSVERZEICHNIS:

BEZUGSBEDINGUNGEN:

Einzelheft S 3,—

Abonnement: 1/2 Jahr S 18,— inklusive Porto
Auslandspreis S 3,50

Bestellungen sind an den Generalvertrieb für das In- und Ausland Hausruckverlag G. A. J. Neumann, Linz an der Donau, Landstraße 9, zu richten

Unser Titelbild

zeigt diesmal den neuen Resonanzkurvenschreiber des RKF-Laboratoriums Ingenieur V. Stuzzi, Wien. Ein Bandfilter oder ein beliebiger Kreis an die Eingangsbuchsen des Gerätes angeschlossen, den gewobbelten Prüfsender auf die Resonanzfrequenz eingestellt und schon ist am Kathodenstrahlrohr die Resonanzkurve sichtbar. Ein fachunentbehrliches Gerät für die Werkstätte.

KARL TETZNER, EMDEN:

Internationaler

In der zweiten Septemberwoche dieses Jahres traten in Zürich mehr als 200 Wissenschaftler, Ingenieure und Vertreter der Postverwaltungen aus insgesamt 13 Ländern Europas, Australiens und den USA zum Internationalen Fernsehkongreß in der Eidgenössischen Technischen Hochschule zusammen. Die Tagung wurde vom schweizerischen Bundespräsidenten Dr. Enrico Celio eröffnet, dem sich Prof. Tank als Präsident des Schweizerischen Fernseh-Komitees und Prof. Sänger als Präsident des Organisations-Komitees anschlossen.

Es standen 11 Haupt- und 21 Kurzvorträge auf dem Programm, das pünktlich und schnell abgewickelt wurde. Konferenz-Sprachen waren Deutsch, Englisch, Französisch und Italienisch. Die auftretenden sprachlichen Schwierigkeiten wurden ein wenig durch schriftliche Herausgabe der italienisch gehaltenen Referate in französischer Sprache gemildert.

Den einleitenden Hauptvortrag hielt T. H. Bridgewater A. M. I. E. E., der Chefingenieur der Television Outside Broadcasts der BBC in London. Er berichtete über die großen Erfahrungen seiner Gesellschaft bei Außenaufnahmen, vorzugsweise während der Olympischen Spiele in London, bei denen $68^1/_2$ Stunden direkte Uebertragungen aus den verschiedenen Kampfstätten gesendet wurden. Hierbei erfolgte erstmalig der Einsatz der neuen höchstempfindlichen Aufnahmekamera C. P. S., einer Weiterentwicklung des Super-Emitrons, das sie hinsichtlich Lichtempfindlichkeit um den Faktor 5 übertrifft. Nunmehr ist die Empfindlichkeit des menschlichen Auges nahezu erreicht, so daß Uebertragungen aus Theatern, Konzertsälen usw. möglich sind, ohne daß zusätzliche Beleuchtung erforderlich wäre. Die BBC benützte u. a. einen fahrbaren Regieraum, der für den gleichzeitigen Anschluß von drei Außenaufnahme-Kameras eingerichtet ist.

Bridgewater erläuterte ferner die Neubaupläne der BBC, deren Fernseh-Studios im Alexandra-Palace viel zu klein geworden sind. Es soll ein großes Gebäude errichtet werden, in dem neun Studios unterschiedlicher Größe halbkreisförmig um einen zentralen Regieraum angeordnet werden. Man erfuhr, daß die Bauarbeiten am zweiten englischen Fernsehsender in Sutton Coldfield bei Birmingham weit fortgeschritten sind und daß der Aufbau des dritten Senders in Nordengland in Vorbereitung ist. England wird auch in Zukunft am 405-Zeilen-Bild festhalten.

Der zweite Tag gehörte der Aufnahmetechnik. Ein Vortrag von R. Barthélémy (Frankreich) wurde verlesen; er selbst konnte nicht anwesend sein. Der Vortrag befaßte sich mit der Entwicklung des Fernsehens in den einzelnen Ländern und zeigte die Gründe auf, die zu den verschiedensten Uebertragungsnormen geführt haben. Jedes der Länder, die sich mit Fernsehentwicklung beschäftigen, hat seine eigene Norm, so daß der heute bereits technisch mögliche Programmaustausch zwischen den europäischen Staaten stärkstens behindert ist. In diesem Zusammenhang interessieren besonders die Vorschläge, die sein Landsmann Y. L. Delbord (Paris) machte. Er führte einen scharfen und sehr hellen Film vor, den er vom Bildschirm eines französ. Fernsehempfängers aufgenommen hatte. Dieser Film kann nunmehr in bekannter Form von jedem anderen Fernsehsender mit der jeweils üblichen Zeilenzahl übertragen werden. Die Vorführung war zugleich eine bemerkenswerte Probe des neuen französischen 819-Zeilen-Bildes, wie es gegenwärtig in Paris versuchsweise auf 1,5 m ausgestrahlt wird. Die Anregungen Delbords wurden stärkstens beachtet, nachdem er noch die unerläßlichen Ausgleichsvorrichtungen erläutert hatte, die infolge der unterschiedlichen Bildwechselzahl des Kinofilms und des Fernsehbildes notwendig sind. Uebrigens beschäftigt man sich auch in den Vereinigten Staaten mit dem gleichen aussichtsreichen Problem des Programmaustausches.

Im Verlauf der Vorträge erkannte man, daß die französischen Wissenschaftler einen guten Teil Entwicklungsarbeit an den Aufnahmekameras geleistet haben. Neben A. Ory (Chef der Télévision française) schilderten Prof. Lallemand und P. Tarbès die Arbeiten am Eriscope, dessen Konstruktion soweit fortgeschritten ist, daß Bilder mit 1000 Zeilen und 1000 Bildpunkten pro Zeile bei ausreichender Tiefenschärfe übertragen werden können. Jeder Bildpunkt darf auf der lichtempfindlichen Speicherschicht keinen größeren Durchmesser als $^4/_{100}$ mm haben. An Hand von Lichtbildern wurden sehr handliche und kleine Ikonoskop-Aufnahmeröhren erläutert, die vorzugsweise für militärische Zwecke gebaut worden sind.

Die Abwesenheit von Dr. V. K. Zworykin wurde allgemein bedauert. Seinen Vortrag verlas C. G. Mayer, der Londoner Repräsentant der RCA. Zworykin verteidigte einleitend das 525-Zeilen-Bild, wie es in den USA für die nächsten fünf Jahre bestehen bleiben wird. Das amerikanische Publikum erkennt es voll an und

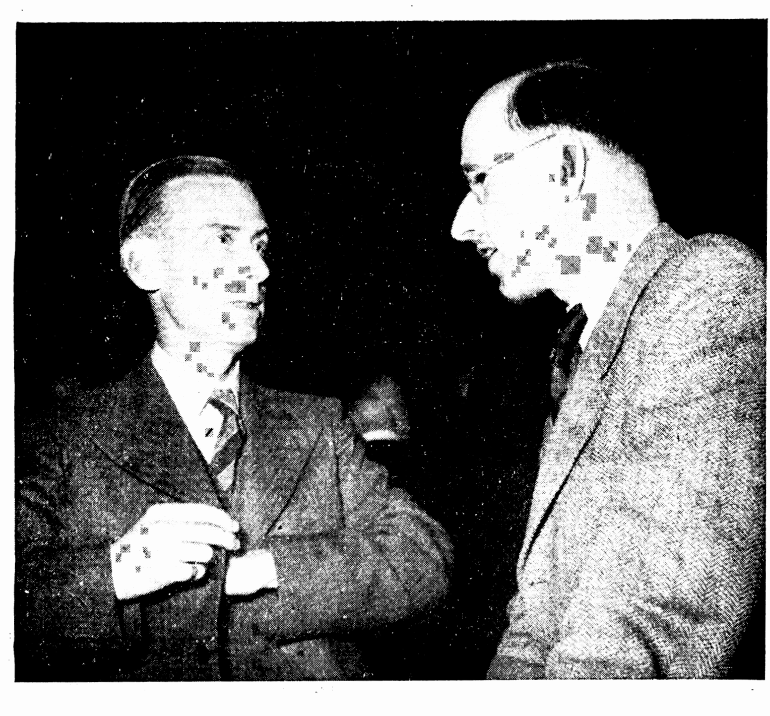


Abbildung links, Schnappschuß v. Internationalen Fernsehkongreß in Zürich. T. H. Bridgewater, Chefing. Outside Broadcasts der BBC, London, links, im Gespräch mit unserem deutsch. Redakteur Karl Tetzner

Fernsehkongreß Zürich

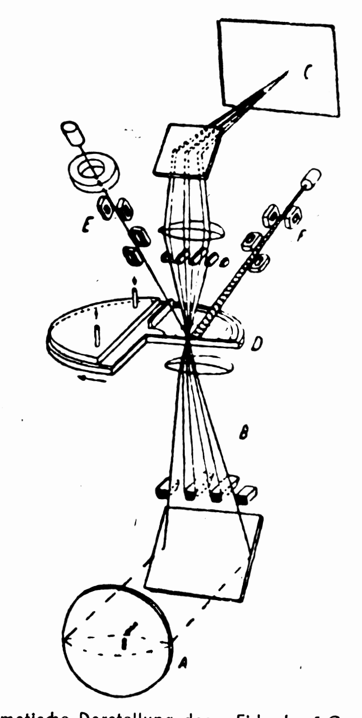
weiterhin ist es — technisch-wirtschaftlich gesehen — ein günstiger Kompromiß zwischen ausreichender Bildqualität und tragbarer Bandbreite. Darüber hinaus schafft diese Norm günstige Vorbedingungen für das Farbenfernsehen. Nach bisher vorliegenden Plänen wird sich dieses aus der Uebertragung von drei monochromatischen Bildern in den Grundfarben Grün, Rot, Blau zusammensetzen und somit die dreifache Bandbreite des Schwarz-Weiß-Verfahrens erfordern. Man sollte daher, so meinte Dr. Zworykin, die Zeilenzahl und damit die Bandbreite des Schwarz-Weiß-Verfahrens vorsorglich nicht zu sehr erhöhen.

Weitere Ausführungen betrafen die letzte Konstruktion einer superempfindlichen Aufnahmekamera, des Image-Orthicon, dessen Empfindlichkeit bei Verwendung von Linsen 1:2 diejenige einer üblichen Filmkamera übertrifft. Für das Farbenfernsehen stehen bereits heute Kameras zur Verfügung, die drei kleine Bildröhren zur Uebertragung der Grundfarben aufweisen. Ebenso werden die Empfänger für farbige Bilder drei Kathodenstrahlröhren enthalten, die jeweils getrennt eine Grundfarbe wiedergeben und über Sammellinsen auf einem gemeinsamen Bildschirm ein buntes Bild projizieren.

Schließlich erfuhr man, daß gegenwärtig in den USA 33 Fernsehsender in Tätigkeit sind, davon 6 in New York. Diese Sender erfassen die Wohngebiete von 40 Millionen Amerikanern. Monatlich verlassen 40 000 bis 60 000 Fernsehempfänger die Fabriken.

Am Nachmittag stand Prof. Dr. Karolus am Rednerpult. Er lebte bis Kriegsende in Leipzig und Berlin und bearbeitete zusammen mit Telefunken Probleme der Großbildübertragung. Heute betätigt er sich in der Schweiz als beratender Ingenieur. Sein Vortrag behandelte die Filmübertragung mittels Leuchtschirmabtasters (Abtastung des Filmes mit Hilfe einer sehr hellen Kathodenstrahlröhre) unter Zwischenschaltung des Mechau-Projektors als Ausgleichsorgan. Karolus beschrieb eingehend die bei der Konstruktion der verwendeten Photozellen auftauchenden Probleme.

Eine neuartige Bildzerlegerröhre mit strichförmiger Photokathode (Länge 30 mm, Höhe $^{1}/_{300}$ mm) erläuterte N. Schaetti (Eidgen. Techn. Hochschule, Zürich), während Prof. Dr. Borgnis (ebenfalls ETH) über die Berechnung von Konzentrations- und Ablenkspulen referierte, ein Problem von großer Wichtigkeit, werden doch diese Spulen in sämtlichen Aufnahme-



Schematische Darstellung des „Eidophor"-Großbildverfahrens. — A) Lichtquelle, B) optisches Spaltsystem, C) Bildschirm, D) zähflüssige Lichtschleuse („Eidophor"), E) Kathodenstrahl, mit dem Bildinhalt moduliert, F) Lösch-Kathodenstrahl

kameras und in allen neuzeitlichen Fernsehempfängern angewendet.

Der dritte Tag wurde durch einen Vortrag von H. Rinia, dem Direktor des Naturkundlichen Laboratoriums der Philips-Werke in Eindhoven eröffnet. Er sprach über Berechnung und Anwendung der Schmidt-Optik, die sich als bestes und billigstes Linsensystem für die Heimprojektion erwiesen hat. Neuerdings kann die Ausgleichslinse dieses optischen Systems aus durchsichtigem Preßstoff in Serienfabrikation hergestellt werden.

Anschließend an einige Gedenkminuten für Prof. Fischer, den im Dezember 1947 verstorbenen Fernseh-Forscher der ETH Zürich und Mitbegründer des Internationalen Fernseh-Komitees, berichtete Dr. Thiemann über die langjährigen Arbeiten an dem Großbild-Verfahren „Eidophor". Dieses System versucht mit der mangelnden Helligkeit der Projektionsverfahren durch Steuerung des Lichtes einer sehr hellen Bogenlampe fertig zu werden. Das Licht wird über Spiegel und ein Spaltsystem durch eine Oelhaut (Topplersche Schlieren") geführt, die als Lichtsteuerorgan dient. Man regelt die Lichtdurchlässigkeit dieser „Eidophor-Schicht" durch Bestreichen ihrer Oberfläche mittels Kathodenstrahles, dem der Bildinhalt aufmoduliert ist. Ein Lösch-Kathodenstrahl neutralisiert anschließend die künstlich gekühlte Schicht. Das Bild zeigt den grundsätzlichen Aufbau des Systems („Elektrotechnik", Band 2, Heft 4), das bemerkenswert helle Bilder liefert.

Zwei italienische Forscher beleuchteten die Fernsehprobleme und -pläne ihres Landes. Dr. Banfi, Mailand, berichtete über die Fernsehsendungen der beiden Sender in Rom und Mailand bis 1940, die Bilder mit 441 Zeilen nach dem System der Fernseh-AG. verbreiteten, während der Vortrag von Dr.-Ing. Castellani ein italienisches Fernsehnetz mit 1200-Zeilen-Bildern für Großprojektion und 600-Zeilen-Bildern für den Heimempfang vorschlug. L. Bedford, England, kritisierte die verschiedenen Fernseh-Normen in den einzelnen Ländern. An seinen Vortrag knüpfte sich eine längere Diskussion über die Vor- und Nachteile der Positiv- bzw. Negativ-Modulation. Keines der beiden Verfahren scheint demnach dem anderen überlegen zu sein.

A. G. D. West, M. A., B. Sc., der Direktor der Cinema Television Ltd. in London, berichtete über den Plan seiner Gesellschaft, zu Beginn des kommenden Jahres sechs Fernseh-Theater in London zu eröffnen. Man lernte die besonderen Probleme beim Einrichten der Projektionsräume kennen. Beispielsweise darf die erste Sitzreihe nicht näher als 20 m an die Projektionsfläche herangerückt werden. Diese Räume müssen infolge der scharf gebündelt reflektierenden Bildwand sehr lang und schmal gebaut werden.

Ein Bericht von E. Labin, USA, befaßte sich mit dem Bau von Verstärkern für die Verarbeitung von Signalen bis zu 750 Megahertz Bandbreite. Weitere Kurzreferate von T. C. Nutall, England, und S. Mallein, Frankreich, behandelten die Fragen der Phaseneinstellung, der Bildhelligkeit und der Filmübertragung. M. Werner, Eindhoven, erläuterte die Versuchsappara-

tur der Firma Philips, die anläßlich der 20. Schweizerischen Radio-Ausstellung in Zürich vorgeführt wurde. Dr. M. Auwärter, der Direktor der Apaaratebauanstalt in Balzers, Liechtenstein, referierte über die Berechnung reflexvermindernder chemischer Schichten auf Glaslinsen, wie sie für den Bau von optischen Systemen für Fernsehzwecke benötigt werden.

Der vierte Tag wurde mit einem Vortrag vom Sektionschef der Eidgen. PTT., Dr. Gerber, eingeleitet, der über die geographische Lage der Schweiz sprach. Gut ausgewählte Lichtbilder und Kartenskizzen zeigten die vielfältigen Möglichkeiten der Richtstrahl-Verbindungen innerhalb des Landes und nach dem Auslande. Es war zu erkennen, daß die Schweiz ein Knotenpunkt des Fernseh-Programmaustausches mittels Mikrowellen-Verbindungen werden kann.

Als zweiter deutscher Vortragender kam Obering. Urtel zu Wort, der heute bei der Gesellschaft für elektrische Anlagen (GETA) Aach im Hegau tätig ist, nachdem er bis Kriegsende im Fernsehlabor von Telefunken Spezialfragen bearbeitet hatte. Er sprach über neuere Schaltung von Generatoren für die Speisung der Ablenkspulen an Kathodenstrahlröhren. P. Adorian, M. I. E. E., Direktor der „Central Rediffusion Services Ltd." London, erläuterte die Arbeiten seiner Gesellschaft, die in London große Wohnblocks mit Fernseh-Gemeinschaftsantennen und entsprechenden Verstärkern ausrüstet. Die neueren Anlagen bestehen aus einer günstig aufgestellten Antenne mit vierstufigem Antennenverstärker, dessen Verstärkung bei 24 db liegt. Die Teilnehmer bekommen über ein koaxiales, bewegliches Kabel die Zwischenfrequenzen für Bild und Ton geliefert, daneben, gewissermaßen als Zugabe, Kurz-, Mittel- und Langwellen, ebenfalls verstärkt, so daß die Rundfunk-Antennen entfallen. Jede Anlage kann drei Kabelstränge mit je 45 Teilnehmern versorgen. Bisher sind über 15 km Innenkabel verlegt worden und die Nachfrage nach weiteren Anschlüssen ist sehr groß. In der Diskussion berichtete E. Labin, daß ganz ähnliche Anlagen in den Hochhäusern von New York bereits eingebaut werden.

Im Vortrage von Chefingenieur J. Aubort von der schweizerischen Niederlassung der Westinghouse Electric Co. wurden bemerkenswerte Angaben über den Stand der „Stratovision" gemacht. Der Initiator der „Stratovision", C. E. Nobles aus Pittsburg, entwarf zusammen mit Glenn L. Martin, dem bekannten Flugzeugkonstrukteur, ein zweimotoriges, langsam fliegendes Flugzeug, in dessen Rumpf vier Fernseh-Bildsender und fünf FM-Tonsender Platz finden. Die Bildsender strahlen mit 1 kW Leistung und werden ebenso wie die Tonsender mittels Richtstrahlers von Bodenstationen aus moduliert; die erforderlichen Empfangsantennen befinden sich auf dem Schwanzende des Rumpfes. Für die Sendeantennen ist ein ausfahrbarer Mast unterhalb des Flugzeuges vorgesehen. Bei etwa 7000 m Flughöhe beträgt die Reichweite 400 bis 500 km.

Nach den Plänen der Gesellschaft können drei der Fernsehsender gemeinsam ein farbiges Bild aussenden, wobei jeder Sender eine der Grundfarben übernimmt, die vierte Station sendet ein zusätzliches Schwarz-Weiß-Programm. Die frequenzmodulierten Tonsender liefern den Begleitton und zusätzliche FM-Rundfunkprogramme.

Für den praktischen Betrieb werden insgesamt vier derartig ausgerüstete Flugzeuge benötigt: zwei befinden sich in der Luft in etwa 7000 m Höhe und zwei stehen auf dem Flugplatz als Ablösung bereit. Von den beiden kreisenden Flugzeugen sendet das eine, das zweite hält sich in unmittelbarer Nähe auf und schaltet sofort ein, wenn bei Flugzeug Nr. 1 eine Störung auftritt.

Es besteht ferner die Möglichkeit, die Fernsehsendungen von Flugzeug zu Flugzeug weiterzugeben, so daß der gesamte riesige nordamerikanische Kontinent von acht in jeweils etwa 800 km Abstand voneinander kreisenden Flugzeugen überspannt werden kann — will man die Entfernung von Küste zu Küste mittels Mikrowellen-Richtstrahl-Stationen am Boden überbrücken, so sind wenigstens 100 davon notwendig.[1])

Zuletzt wurde noch der Vortrag von Prof. Schröter verlesen. Dieser bekannte deutsche Forscher (früher Telefunken, Berlin) lebt heute in Gaz (Dpt. Seine et Oise) in Frankreich und leitet das Forschungslabor einer bedeutenden elektrotechnichen Firma. Sein Vortrag befaßte sich mit den heute noch nicht restlos beherrschten Problemen der Bildspeicherung auf der Empfängerseite.

Damit ging der überaus fruchtbare und interessante Fernsehkongreß zu Ende. Er wurde am dritten Tage durch einen schönen Ausflug auf dem Zürich-See nach Rapperswil unterbrochen, zu dem die Eidgenössische Postverwaltung geladen hatte. Den Abschluß bildete ein glanzvolles Bankett im Gartensaal des Kongreßhauses in Zürich. Als Gastgeber fungierten der Stadtrat und der Regierungsrat von Zürich.

[1]) Siehe auch den Aufsatz „Stratovision" in diesem Heft auf den Seiten 362 und 363.

Atomkrieg ohne Atombomben

Die Nutzbarmachung der Atomenergie eröffnet sehr hoffnungsvolle Perspektiven für eine fernere Zukunft; für die dunkelgraue Gegenwart hat sie sich vorläufig als ein Danaergeschenk erwiesen. Was die Atombombe vermag, weiß man aus den Erfahrungen von Hiroshima und Nagasaki; aber was für teuflische Kriegswaffen man sonst noch daraus schmieden kann, ist den meisten Leuten entweder gar nicht oder nur aus sehr unzuverlässigen Quellen bekannt. Hier soll der Versuch gemacht werden, einige konkrete Angaben über die Verwendung der radioaktiven Verseuchung als Kriegswaffe zu machen.

Die Funktion der Uranbatterie.

Den Schlüssel zur Verwertung der Atomenergie bilden die sogenannten Reaktoren oder Uranbatterien (englisch „uranium piles"). Eine Uranbatterie besteht aus einem viele Tonnen schweren Block aus chemisch reinstem Graphit, in den eine Reihe von Kanälen gebohrt sind, die zur Aufnahme von Stäben aus Uranmetall dienen. Durch komplizierte Vorgänge, auf deren Beschreibung hier nicht eingegangen werden kann, vollzieht sich in dieser Vorrichtung eine Spaltung der Atomkerne des Urans, wodurch drei wichtige und bemerkenswerte Wirkungen erzielt werden.

1. Es tritt eine starke Erwärmung des ganzen Graphitblocks ein, derart, daß die Vorrichtung bei geeigneter Adaptierung als Kesselfeuerung für ein Kraftwerk verwendet werden kann.
2. Es entsteht das neue Element Plutonium, das als Sprengstoff für die Atombombe benützt wird.
3. Gleichzeitig entsteht auch eine ganze Anzahl von neuen radioaktiven Stoffen.

Alle diese drei Wirkungen entstehen bei einer in Betrieb befindlichen Uranbatterie gleichzeitig und zwangsläufig, ohne daß man eine einzelne davon ausschalten kann. Jedes für friedliche Zwecke gebaute Atomkraftwerk könnte also auch zur Waffenerzeugung mißbraucht werden.

Die unter Punkt 3 genannten, aus der Uranbatterie entstehenden neuen radioaktiven Stoffe sind Isotope, also radioaktive Stiefschwestern von Elementen, die uns von früher her wohlbekannt sind, wie zum Beispiel von Strontium, Jod, Barium, Cer und mehreren anderen.

Die gefährlichen Nebenprodukte.

In einigen Ländern werden heute schon kleinere Reaktoren (Uranbatterien) zu Experimentierzwecken ge-

(Fortsetzung auf Seite 376)

DAS *interessiert* AUCH SIE!

● In Amerika angestellte Versuche ergaben, daß Vaku-Blitze durch Radar-Impulse zur Entzündung gebracht werden könnten. Experimente zeigten, daß Kurzwellen ungefährlich sind, Radarfrequenzen jedoch mehr als 90 % der Vaku-Blitze binnen weniger als einer Minute zur Entzündung bringen. Die Prüfentfernung beträgt bis zu 100 m von der Radarstation. Es wurde angeordnet, daß Photolampen nur mehr in „radarsicheren“ Kisten versendet werden dürfen, da mehrere Ladungen, die per Schiff versendet wurden, ausgebrannt ankamen.

● Ungefähr 400 Fabriken der optischen Industrie werden in der britischen Zone Deutschlands wieder aufgebaut. In Göttingen begann die Massenproduktion von Mikroskopen, in Braunschweig plant die Industrie, heuer 70 000 photographische Apparate zu erzeugen, was der doppelten Anzahl des Vorjahres entspricht. Ungefähr 95 % der Apparate werden, vor allem nach den Vereinigten Staaten, exportiert.

● Nach einer englischen Fachzeitschrift können ab 1. Oktober 1948 Inhaber von Lizenzen für Amateursendestationen Telegraphie und Telephonie auf jeder Frequenz zwischen 420 und 460 MHz mit einer Leistung von nicht mehr als 10 W benützen.

● Ein neues amerikanisches Verfahren wurde zur Uebertragung bunter Fernsehaufnahmen ausgearbeitet. Vorerst befindet es sich allerdings noch im Experimentalstadium. Man versucht, die drei Farben Grün, Blau und Rot zugleich zu senden. Der zu übertragende Gegenstand wird in der bekannten Weise mit einem Lichtstrahl abgetastet. Das von dem betreffenden Gegenstand zurückgeworfene Licht fällt auf 3 nebeneinander angeordnete Photozellen mit Sekundärelektronenverstärker (multiplier), die hinter einem Grün-, Blau- bzw. Rotfilter angebracht sind. Die von diesen drei Photozellen erzeugten Abtastspannungen modulieren je eine Trägerfrequenz. Die Trägerfrequenz für die rote Farbe beträgt 8,25 MHz, für Blau 6,25 MHz, während als Träger für Tonsendungen eine Frequenz von 4,5 MHz dient. Im Empfänger wird eine Kathodenstrahlröhre mit drei voneinander unabhängigen Kathoden- und Elektrodenstrahlsystemen verwendet, die entsprechend den drei Farbauszügen drei getrennte Schirmbilder nebeneinander erzeugen. Die Schirmbilder werden unter Zwischenschaltung der entsprechenden Farbfilter durch ein Spiegelsystem und ein Objektiv einander überlagert, wodurch das farbige Bild entsteht. In bereits vorhandenen Empfängern können die Sendungen als einfarbige Bilder empfangen werden. Nur schade, daß für uns arme Europäer das alles auf lange Sicht noch Zukunftsmusik bleibt!

● Als erste einer neuen Reihe von Miniaturröhren bringen die englischen Osram-Werke eine sehr steile HF-Pentode auf den Markt, die die Bezeichnung Z 77 trägt. Die Röhre, deren Höhe ungefähr $^2/_3$ einer normalen Zigarettenlänge beträgt, ist besonders für Frequenzen über 10 MHz geeignet und soll in Fernsehempfängern, Breitbandverstärkern usw. Verwendung finden.

● Unter der Bezeichnung EY 51 offeriert Mullard eine Miniaturröhre, die zur Hochspannungs-Versorgung in Fernsehempfängern dient. Die Daten der EY 51: Heizspannung 6,3 V, Heizstrom 80 mA, Anoden-Kathoden-Kapazität 0,8 pF, maximale Spitzenspannung 15 kV, bei einer maximalen Stromentnahme von 0,5 mA.

● Ein neues englisches Export-Modell eines Empfängers von Invicta-Radio, das mit 4 Röhren ausgerüstet ist, bestreicht einen Wellenbereich von 11 bis 550 m, wobei das 16-, 19-, 25- und 31-m-Band gespreizt werden kann. Der Empfänger ist zum Anschluß an eine 6-V-Batterie gebaut und hat eine Stromaufnahme von 3,5 A.

● „Funktechnik“ heißt eine neue, in Wien erscheinende radiotechnische Fachzeitschrift in Kleinformat. Als Eigentümer, Herausgeber und Verleger zeichnet Alfred Sockel, während für den Inhalt Ing. Helmut Stricker verantwortlich ist. Für Interessenten geben wir auch die Adresse bekannt: Wien, VIII., Pfeilgasse 2. (Liebe Konkurrenz, sind wir nicht anständig? D. R.)

● Nach einer Meldung einer englischen Fachzeitschrift verfügte das japanische Heer über 16 verschiedene Typen von Radargeräten. Mit einer im Frequenzbereich zwischen 68 und 106 arbeitenden Type wurde bei einer Leistung von 50 kW eine Reichweite von 300 km erzielt. Interessant ist vielleicht auch die Mitteilung, daß bereits seit 1936 in Japan auf dem Funkmeßgebiet gearbeitet wurde.

● Wie uns die Firma Philips mitteilt, wird für Österreich im Jänner-Februar 1949 die Rimlock-Serie, bestehend aus den Röhren UCH 42, UAF 42 und UL 41, ergänzt durch die bisher ja schon verwendete UY 1 (N), die später durch die UY 41 ersetzt werden soll, ausgeliefert. Im Herbst 1949 sollen dann die Rimlock-E-Röhren ECH 42, EAF 42, EL 41 und zu einem späteren Zeitpunkt dann die AZ 41 in den Handel kommen. Die 42er Serie stellt eine Weiterentwicklung der Rimlock-41er-Serie dar. Sozusagen: Rimlock 42 — der letzte Schrei!

● Durch ein Versehen wurde bei der Bildbeschreibung des Titelbildes „das elektron“, Heft 10, das gezeigte Mikrophon als Tischmikrophon bezeichnet. Es sollte aber richtig „Studiomikrophon“ heißen. Sie entschuldigen uns doch diesen kleinen Fehler?

● Die bekannte amerikanische Radio-Zeitung „Radio Craft“ hat ab Oktober 1948 ihren Namen in „Radio Electronics“ geändert. Die Namensänderung wird im Leitartikel von Hugo Gernsback mit der erweiterten Aufgabenstellung der Zeitschrift begründet.

● Wie wir erfahren, erscheint demnächst in Düsseldorf eine neue Fachzeitschrift unter dem Titel „Rundfunkhandel“, deren Chefredakteur Karl Tetzner ist. Karl Tetzner leitet auch die Deutschland-Redaktion unserer Zeitschrift.

● RW 148 E heißt ein von Philips, Berlin, erzeugter Kleinformat-Super mit einem Mittel- und zwei Kurzwellenbereichen. Das Gerät ist mit den Röhren ECH 4, ECH 4, EBL 1 und AZ 1 bestückt. Schaltungsmäßig bietet es nichts Außergewöhnliches.

● Ein neues, von Columbia entwickeltes Schallplattensystem gestattet eine 50 Minuten lange Musikwiedergabe mit einer 30-cm-Schallplatte. Die Wiedergabe soll ganz hervorragend sein; die lange Wiedergabezeit wird durch eine Umdrehungszeit von $33^1/_3$ Umdrehungen pro Minute und die hohe Anzahl der aufgeschnittenen Rillen erreicht. Aus diesem Grunde wird nun der Tonträger auch „Microgroove“-(Kleinrillen-)Schallplatte genannt. Wir werden auf dieses interessante System, das scheinbar gegen das immer größeren Umfang einnehmende Magnetophon-Verfahren entwickelt wurde, noch zurückkommen.

● Mit Unterstützung der US-Militärregierung wurde in Bad Homburg ein Institut für „angewandte Rundfunktechnik“ errichtet. Zirka 80 Mitarbeiter sind damit beschäftigt, hochwertige Meßeinrichtungen zu konstruieren, um so den vordringlichen Gebrauch einigermaßen zu decken.

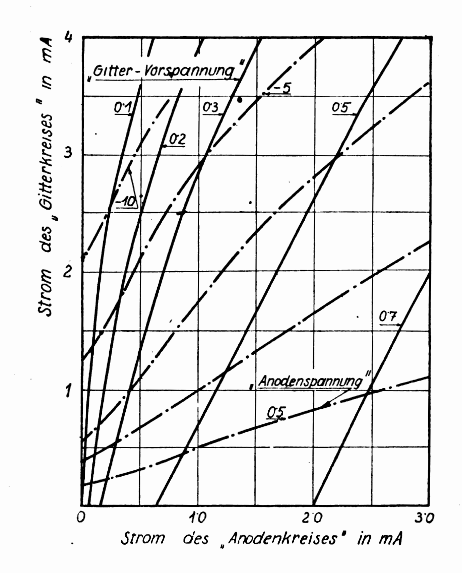
Neues von der **Kristalltriode**

Der Kristallrummel hat begonnen. Anders kann man schwer den sofort nach der Ausgabe des Heftes 10 einsetzenden Sturm auf Siliziumkristalle beschreiben. Der ganze funktechnische Blätterwald ist in Bewegung geraten. Alle Welt experimentiert mit der „Kristalltriode". Wir bringen hier noch einige interessante, uns in der Zwischenzeit zugegangene Meldungen der Fachpresse und Leserzuschriften:

Auch Radio News experimentiert mit der Kristalltriode.

Die Meldungen über die Erfindung der Kristalltriode spornten den Verfasser (C. E. Atkins) an, selbständig mit der Kristalltriode zu experimentieren. Es wurde eine Kristalltriode 1 N 34 besorgt. Dadurch war die Frage des Germaniumkristalles schnell gelöst. Durch Zerhacken der an die Metallkappe am negativen Ende anstoßenden Isolation wurde der Kristall freigelegt. Die Versuche des Verfassers, die in der 1 N 34 verwendete Kontaktspirale zu benützen, waren erfolglos. Als Kontaktdrähte wurden dann Heizfäden der üblichen 150-mA-Radioröhren verwendet. Im beschriebenen Fall wurde eine 35 W 4 ausgeschlachtet. Durch Brechen des Glaskolbens und Abschneiden der Zufuhrleitungen zu allen Elementen außer dem Heizdraht ist es möglich, den Heizfaden aus der Kathodenhülle zu ziehen. Die Anordnung kann nun weiter auseinandergenommen werden, indem man einen der Sockelstifte mit einer Zange anfaßt, während das Glas rund um den Stift entfernt wird. Man hat dann einen Sockelstift und eine Leitung, die an einem Punkt des umhüllten Heizdrahtes angeschweißt ist. Es ist notwendig, die keramische Umhüllung am Heizdraht zu lassen, um ihm genügend Festigkeit zu geben. Der Heizdraht kann nun mit einer kleinen Schere auf die passende Länge beschnitten werden und eine kurze Spitze blanken Drahtes kann mit einer Pinzette herausgezogen werden. Es ist ratsam, einige solcher Kontaktspiralen vorzubereiten, da diese sehr zerbrechlich sind. Die dann weiters beschriebene Versuchsanordnung ähnelt in groben Zügen der schon im „elektron", Heft 10, beschriebenen Anlage. Als Verstärker brachte eine Belastung von 500 Ohm die besten Ergebnisse. Eine bestimmte günstige Anordnung der Kontaktspiralen ergab eine maximale Ausgangsleistung von 200 mW bei einer „Anodenspannung" von —40 V und einem Strom von 22 mA. Die positive „Gittervorspannung" betrug +2 V. Die Wellenform sah am Oszillographen ziemlich gut aus und war von 20 bis 30 000 Hz konstant. Eine wirklich wesentliche Spannungsverstärkung könnte möglich sein, wenn der Außenwiderstand durch einen entsprechend konstruierten Aufwärtstransformator ersetzt würde. — Ein vom Verfasser konstruierter Kristalloszillator erzeugte ein Effektivsignal von 15 V über einen Frequenzbereich von 20 bis 100 kHz (je nach dem L/C-Verhältnis). Dabei betrug Ua = —35 V, Ia 4 mA, Ig 1,5 mA und Ug wahrscheinlich etwa —1,5 V entsprechend dem Gleichstromwiderstand der Transformatorwicklung. Diese Zahlen sind beachtlich von denen im Verstärkungsfall verschieden.

Zum Abschluß erklärt der Verfasser, daß es immer gefährlich ist, etwas zu prophezeien, aber es



Kennlinien der Kristalltriode

scheint, als ob die Vorrichtungen dieser Art die Vakuumröhre als Oszillatoren, Verstärker und Frequenzwandler in vielen Anwendungen bestimmt verdrängen werden. Während das Arbeitsmodell des Verfassers zugegebenerweise ungefügig ist — man durfte im selben Raum nicht einmal niesen, ohne die Charakteristiken wesentlich zu verändern! —, kann man doch bereits sehen, wie die notwendigen mechanischen und elektrischen Verfeinerungen noch weiter ausgearbeitet werden können, was aller Wahrscheinlichkeit nach auch schon der Fall ist. Neue Bestandteile und neue Arten der Schaltungstechnik müssen natürlich noch entwickelt werden, um die Kristalltriode in der Radiotechnik, beim Fernsehen und in der industriellen Elektronik zu verwenden. (Radio u. Television News, Heft 10/1948.)

Dr. F. C. Saic, der unseren Lesern durch verschiedene Veröffentlichungen bekannt ist, schreibt uns zum Thema „Kristalltriode": „..... Uebrigens ist die Sache selbst nicht so neu, wie es den Anschein hat. So existieren sogar Patentansprüche (DRP) über diese Effekte, ebenso weit ausgebaute Theorien, die — wie so oft — nachkamen...."

Hier noch eine Anregung eines Lesers, der ungenannt bleiben will: „..... Man könnte z. B. einen Papierkondensator durchschneiden, die Schnittfläche schleifen und auf diese Schnittfläche einen geeigneten Halbleiter (Germanium, Silizium usw.) aufpressen oder aufdampfen. Ein Pol des Kondensators ist dann Steuerpol, der zweite Arbeitspol und die Metallspritzschichte Masse. Wenn Wolfram-Kontakte nötig sind, so kann ja das Kondensatorpapier beidseitig mit Wolfram durch Kathodenzerstäubung „belegt" werden...."

Ein Leser aus Wien schreibt: „... und ich bin von der Kristalltriode begeistert. Doch der letzte Lösungsvorschlag des Aufsatzes „Wir experimentieren mit der Kristalltriode" ist mir nicht ganz klar...."

Dem Lösungsvorschlag liegt folgender Gedanke zugrunde. Wenn eine auf den Kristall aufgesetzte Spitze die Leitfähigkeit des Materiales in der Umgebung (0,25 mm) verändert, so wird diese Widerstandsänderung sich sicher auch in die Tiefe auswirken. Setzt man auf eine hauchdünne Siliziumfolie sehr viele Spitzen nebeneinander und schaltet alle parallel, so müßte sich der Leitwert der gesamten Folie ändern. Schließe ich zwei gegenüberliegende Kanten einer rechteckigen Folie an eine Stromquelle, so liegt sie als Widerstand in diesem Kreis. Da sich durch die aufgesetzten Spitzen der Widerstandswert der Folie ändern läßt, kann man damit auch den Arbeitsstrom steuern. Um der Folie mechanische Festigkeit zu geben, spritzt man sie auf einen keramischen Träger, ähnlich wie die Kohleschicht auf einem Kohlenwiderstand. Auf diese Schicht kommt eine gallertartige Masse, in der sich ein Leitermaterial befindet, welches auskristallisiert und mit den Kristallecken als Spitzen die Schicht berührt. Da jeder Kristall einer Spitze entspricht, ergibt dies eine Unzahl von aufgesetzten Spitzen. Nach der Bildung der Kristalle wird diese Schicht eingetrocknet und außen nochmals ein Belag, der die Stromzuführung zu den Kristallen herstellt,

und diese parallel schaltet, aufgespritzt. Gegenüber der im Heft 10/48 beschriebenen Ausführungsform mit zwei Spitzen hätte diese den Vorteil der wesentlich größeren Belastungsfähigkeit, vorausgesetzt, daß es eben in der Praxis auch so leicht geht, wie es hier geschildert wurde.

„Oesterreichs Amateure des Wartens müde!"

Unter diesem Titel bringt das deutsche Amateur-Radiomagazin „QRV" folgenden Bericht, den wir ohne Kommentar wiedergeben:

„Am Mittwoch, den 1. Sept. 1948 konnte man auf dem 80-m-Band (3560 kHz) eine österreichische Station vernehmen, die eine OE-QST in Phonie und CW durchgab. Hier der Wortlaut des QST:

„Guten Abend, liebe OEs! — Hier erster Rundspruch an alle österreichischen Amateure.

Nachdem es nunmehr Tatsache geworden ist, daß die deutschen HAMs ihre Lizenzierung erreichen konnten, sehen sich die OE-Amateure veranlaßt, die bis jetzt großteils gewahrte Funkstille zu beenden und aktiv unter der Bezeichnung Oesterreichischer Club aktiver Amateure (OECA) auf allen Bändern in die Luft zu gehen, um endlich ihre Lizenzierung herbeizuführen.

Diese Aktion hat nichts mit dem OEVSV oder einer seiner Landesgruppen zu tun, was hiermit ausdrücklich festgestellt wird. Mit heutigem Tage werden daher OE-Stationen auf allen Bändern erscheinen und diszipliniert im Rahmen der internationalen Amateur-Regeln das Call „OE" wieder in alle Welt hinaussenden. Oesterreicher, wir wollen aktiv jetzt das erreichen, was man uns trotz unserer bisherigen Disziplin und unseres Bettelns und Bittens noch immer verweigert: Lizenzen!

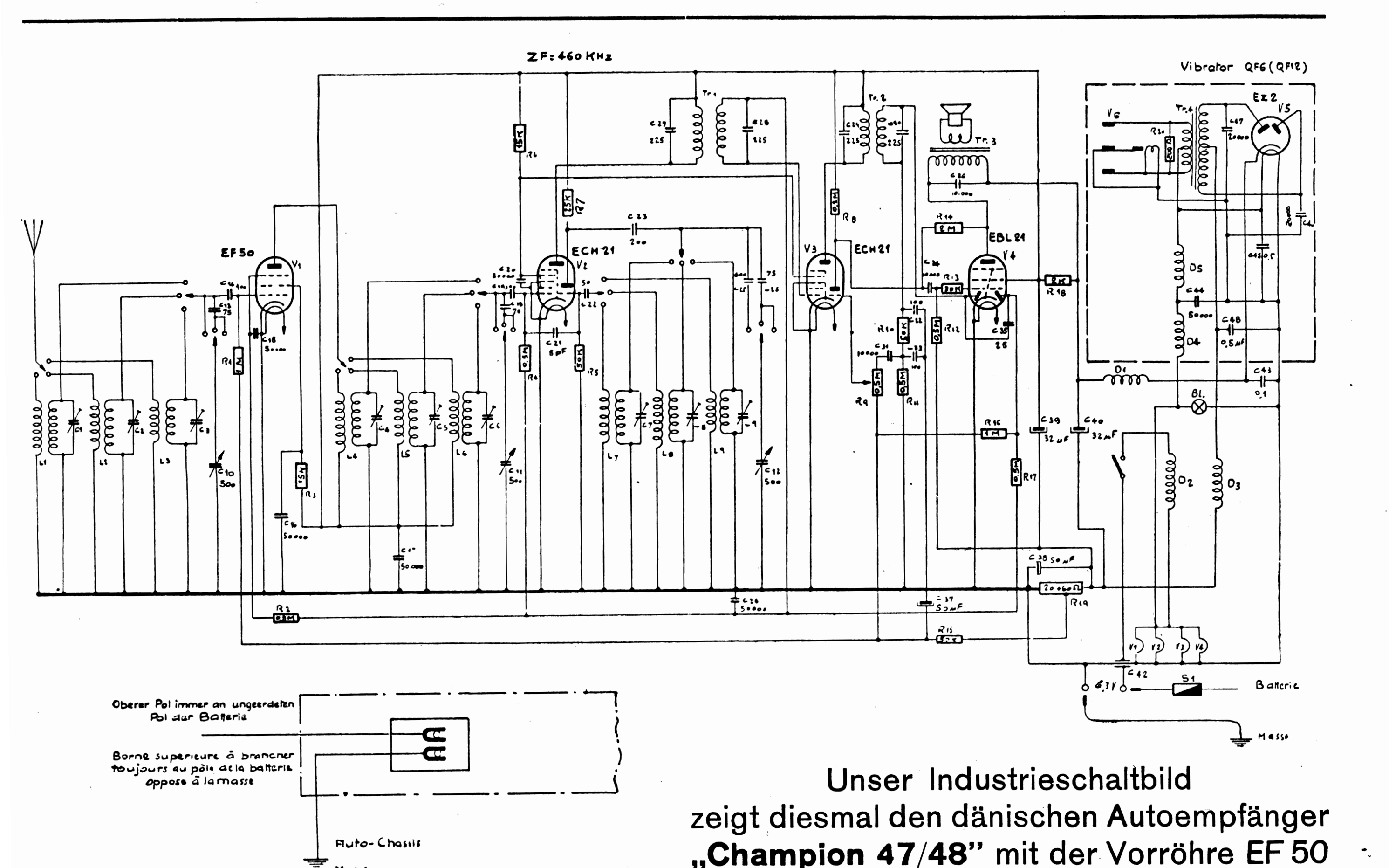
Leere Versprechungen von „laufenden Verhandlungen" ziehen nicht mehr! Wenn Material vorliegt, wird jeweils am Mittwoch um 21.00 Uhr MSZ zwischen 3,5 und 3,6 MHz von OECA in cw ein QST für OE gefahren. Wiederholung in Phonie am selben Tage um 23,00 Uhr MSZ auf zirka 3,65 MHz.

Dies ist das Ende unseres ersten OECA-Rundspruches. Auf Wiederhören, liebe OMs, cheerio and good night. —...— Hier ist die Rundspruchstation OECA und beendet ihre Emission — sk."

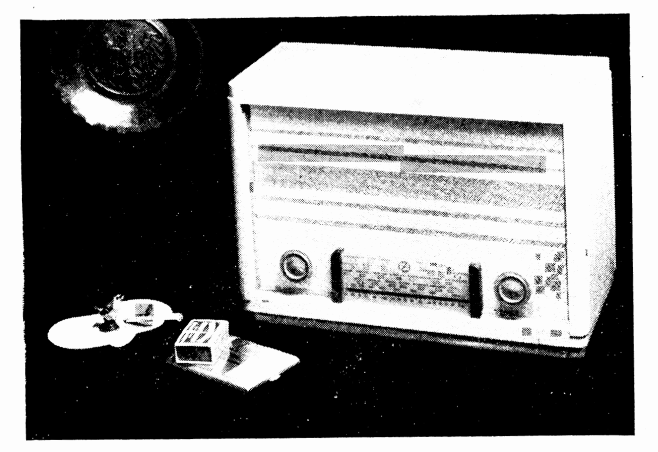
Und zum gleichen Thema schreibt in der gleichen Zeitschrift weiter unten der deutsche OM Kremer in einem Leserbrief:

„Wer den Aether aufmerksam beobachtet, der konnte in letzter Zeit ein starkes Zunehmen der OE-Stationen feststellen. Es tut sich scheinbar etwas!

Wir dürfen nun, nachdem wir unsere Lizenzen bekommen, nicht nur speziell unsere Belange im Auge behalten, sondern in echter HAM-Kameradschaft stets ein offenes Herz und Ohr für unsere Nachbarn haben. Erinnern wir uns daran, daß **wir** deutschen HAMs nach dem Kriege von allen Ländern ignoriert wurden, zumindest von den Verbandsleitungen. Eine moralische und aktive Unterstützung und etwas Verständnis hätten uns wirklich wohlgetan — — — Wir werden jedenfalls **nie** vergessen, daß die HAMs (**nicht** ihre Verbandsleitungen) in den USA, England und insbesondere der Schweiz uns jederzeit moralisch unterstützten. Die Ws und die Gs ließen kein QSO mit uns aus, und die Schweizer unterstützten uns moralisch in Wort und Schrift. Es tat wohl, zu wissen, daß man Freunde hatte..... Vergessen wir daher nun die Oesterreicher nicht, die genau so sehnlich auf ihre Lizenzen warten wie wir. Sie sollen später nie von uns sagen können, wir hätten teilnahmslos zugeschaut. Wir sollten heute unseren Freunden in USA, England und der Schweiz zurufen: Vergeßt die OE-HAMs nicht!"



Unser Industrieschaltbild
zeigt diesmal den dänischen Autoempfänger
„Champion 47/48" mit der Vorröhre EF 50

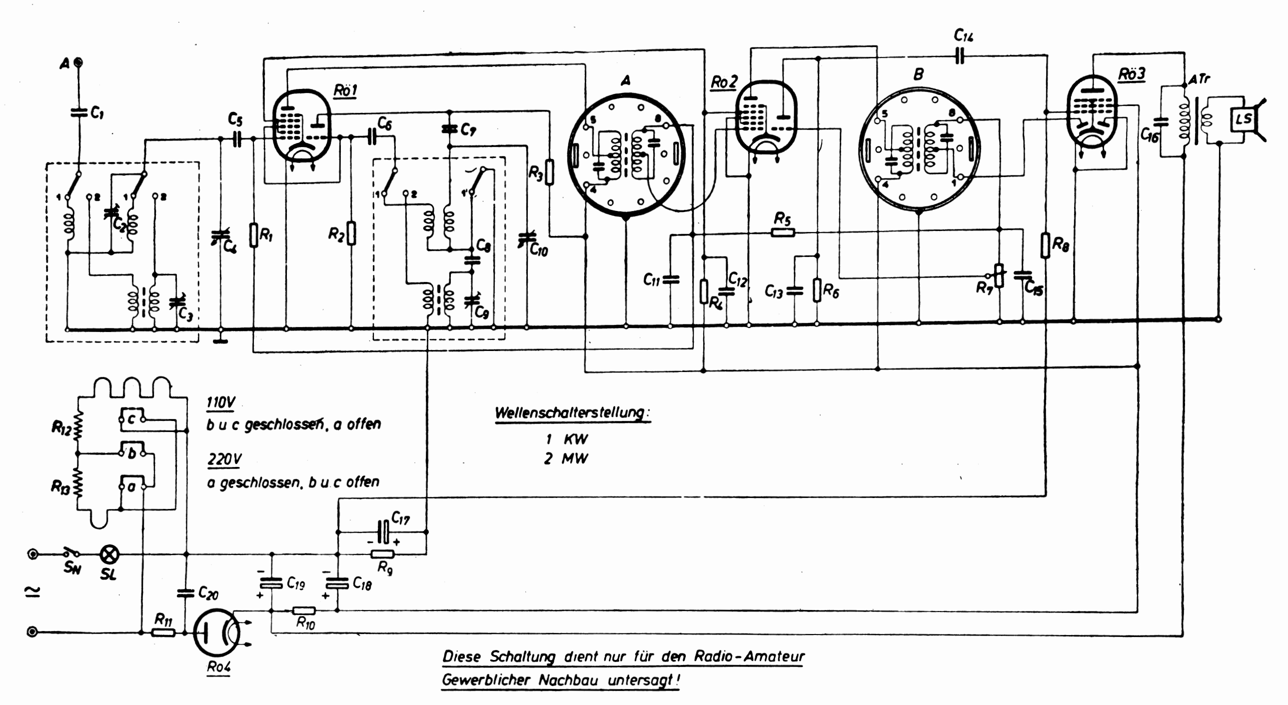


Unsere Kurz-Bauanleitung:

Der Volkssuper

von Zehetner

Wir bringen hier unseren Lesern das Bild und die Schaltung eines Empfangsgerätes, das als Baukasten und auch als betriebsfertiges Gerät geliefert werden kann. Es handelt sich dabei um einen 6-Kreis-4-Röhren-Super, der mit der U-4-, bzw. U-21-Serie bestückt ist. Das Gerät bestreicht das Kurz- und Mittelwellenband. Doch wozu viele Worte? Das Schaltbild spricht für sich. Hinzufügen müssen wir allerdings noch, daß die Zwischenfrequenz 468 kHz beträgt.



Der an Masse liegende Punkt des Arbeitswiderstandes R_6 gehört an die unterhalb gezeichnete Plusleitung gelegt

Stückliste:

R 1 1,5 MOhm $^1/_4$ Watt
R 2 0,05 MOhm $^1/_4$ Watt
R 3 0,05 MOhm $^1/_2$ Watt
R 4 0,02 MOhm 1 Watt
R 5 1 MOhm $^1/_4$ Watt
R 6 0,2 MOhm 1 Watt
R 7 Potentiometer 0,5 MOhm mit Schalter
R 8 0,7 MOhm $^1/_4$ Watt
R 9 150 Ohm 2 Watt
R 10 2 kOhm 2 Watt
R 11 100 Ohm 2 Watt
R 12 150 Ohm 2 Watt
R 13 660 Ohm 6 Watt
SL-Skalenlämpchen 0,2 A 6,3 V
C 1 100 pF
C 2 Trimmer 50 pF
C 3 Trimmer 50 pF
C 4 u. C 10 Doppeldrehko 480 pF
C 5 100 pF Ker.
C 6 50 pF Ker.
C 7 100 pF Ker.
C 8 480 pF Ker.
C 9 Trimmer 50 pF
C 11 25 000 pF
C 12 0,5 uF 200 V
C 13 0,5 uF 200 V
C 14 10 000 pF
C 15 100 pF Ker.
C 16 4000 pF 1000 V
C 17 30 uF 15 V
C 18 2,32 uF 300 V
C 19 2,32 uF 300 V
C 20 10 000 pF 3000 V
Rö 1 UCH 4 oder UCH 21
Rö 2 UCH 4 oder UCH 21
Rö 3 UBL 1 oder UBL 21
Rö 4 UY 1 (N) oder UY 21

Dipl.-Ing. Reinhold MARCHGRABER:

Frequenz- und Phasenmodulation

Grundlagen und Technik

Frequenz- und phasenmodulierte Sender erobern sich in ständig steigendem Umfang den Aether. Wenn auch im „elektron" schon des öfteren über Fragen der Frequenz- und Phasenmodulation berichtet wurde, so sollen doch einmal in zusammenhängender Form die prinzipiellen Grundlagen und die Technik dieses immer mehr an Bedeutung gewinnenden Gebietes der Hochfrequenztechnik dargestellt werden.

Der wohl am meisten ins Auge springende Vorteil beim Empfang frequenz- oder phasenmodulierter Sender ist die überraschend hohe Empfangsgüte und die fast vollständige Freiheit von Störungen jedweder Art.

Der überwiegende Teil aller Funkstörungen, gleich ob diese rein atmosphärischen Ursprungs sind oder durch irgend welche elektrische Maschinen oder Schaltanlagen ausgelöst werden, sind, wie die Analyse zeigt, Amplitudeneffekte, ihr Frequenzspektrum verteilt sich dabei meist gleichmäßig über einen beträchtlichen Frequenzbereich. Auch impulsartige Störungen können hier mit einbezogen werden, da sie als kurz andauernde hohe Spitzen vor allem durch ihre große Spitze unliebsam in Erscheinung treten. Auch sie zeigen häufig Ausdehnung über ein breites Frequenzband.

Da nun ein Empfänger für frequenz- od. phasenmodulierte Schwingungen auf Amplitudenänderungen nicht anspricht, werden Störungen obgenannter Art von ihm nicht aufgenommen und treten daher nicht in Erscheinung. Dies gilt im Prinzip, aber selbstverständlich nicht uneingeschränkt.

Um störungsfreien Empfang zu erzielen, sind bestimmte Voraussetzungen zu erfüllen. Das ankommende frequenzmodulierte Signal muß einen gewissen Schwellwert übersteigen, die Größe des Hubes ist nicht ohne Einfluß. Im allgemeinen kann etwa gesagt werden, daß die Störanfälligkeit um so kleiner wird, je größer die Modulationstiefe und mithin der Frequenzhub ist — wobei allerdings mit zunehmendem Hub der Schwellwert, den das Signal übersteigen muß, etwas größer wird — und je gleichmäßiger die vorhandene Störung über das empfangene Band verteilt ist. Letzteres ist meist der Fall, lediglich unsaubere Abgleichung des Empfängers kann unsymmetrische Verteilung im Gerät selbst verursachen.

Nicht nur die geringe Störanfälligkeit hat den Siegeszug der Frequenz- und Phasenmodulation eingeleitet, sondern auch rein technische Gesichtspunkte. Gegenseitige Störung benachbarter Stationen tritt seltener auf und Schwierigkeiten der Amplitudenmodulation, wie sie bei höchsten Frequenzen auftreten, fallen bei Frequenz- und Phasenmodulation weg. Erreicht man bei Amplitudenmodulation günstigste Ergebnisse, wenn man die Modulation möglichst in einer Leistungsstufe durchführt, wobei ein Modulator beträchtlicher Leistung erforderlich ist, so kann bei Frequenz- und Phasenmodulation die Modulation in einer Stufe kleinster Leistung ohne nennenswerten Energieaufwand erfolgen.

Frequenz- und Phasenmodulation.

Die beiden Modulationsarten lassen sich am besten an Hand von Beispielen erläutern und verständlich machen.

Nehmen wir an, wir hätten einen Sender von etwa 5000 kHz vor uns und verstimmen diesen durch Betätigung seiner Abstimm-Mittel (Drehkondensator) einmal in der Richtung zu höheren, dann zu niedrigeren Frequenzen um je etwa 10 kHz. Das heißt wir drehen den Abstimmknopf so lange, bis die ursprüngliche Frequenz von 5000 kHz auf 5010 kHz gestiegen ist, dann drehen wir zurück, bis die Frequenz wiederum 5000 kHz erreicht hat und weiter bis 4990 kHz. Wiederholen wir diesen Vorgang nun im Gedanken, sagen wir etwa 1000mal in der Sekunde, so haben wir unseren Sender mit 1000 Hertz frequenzmoduliert. Die Amplitude der Hochfrequenzschwingung unseres Senders hat sich während des ganzen Experimentes nicht geändert, lediglich seine Frequenz pendelte im Rhythmus der Modulation um einen bestimmten Betrag symmetrisch um die ursprüngliche Frequenz. Die Frequenzänderung, in unserem Falle plus-minus 10 kHz, wird als Frequenzhub oder ganz einfach als Hub bezeichnet. Sollen nun, wie dies etwa die Uebertragung einer Telephonie-Sendung verlangt, verschiedene Lautstärken — Amplituden — der Modulation übertragen werden, so wird der Amplitudenänderung der Modulation durch eine Aenderung der Größe des Hubes Rechnung getragen. Amplituden und Frequenz der Modulation werden also umgewandelt in Hubweite und Hubfrequenz. Zusammenfassend ist also zu sagen: Bei Amplitudenmodulation ist die Amplitude der hochfrequenten Schwingung dauernd konstant, ihre Frequenz ändert sich aber dauernd symmetrisch zur Grundfrequenz (Grundfrequenz entspricht dem Träger bei Amplitudenmodulation) im Rhythmus der Modulationsfrequenz. Die Aenderung der Grundfrequenz, die Hubweite, ist nur abhängig von der Amplitude der Modulatorfrequenz.

Um den Vorgang der Phasenmodulation richtig zu verstehen, ist es notwendig, erst einige Grundtatsachen in Erinnerung zu bringen. Betrachtet man den Ablauf einer einzelnen Periode einer Schwingung, so durchwandert die Phase während der Dauer der Schwingung ($t = 1/f$) 360 elektrische Grade. Verbindet man nun eine beliebige Schaltung mit einer Hochfrequenzquelle, so wird sich im allgemeinen die Phase der in die Schaltung eintretenden Spannung von der Phasenlage der austretenden unterscheiden, und zwar in Abhängigkeit von der Schaltung bzw. der Dimensionierung der Schaltmittel. Die Frequenz der HF-Quelle aber wird keinerlei Veränderung erfahren.

Was geschieht nun aber, wenn die Schaltelemente — und mithin die Phasenlage — kontinuierlich geändert werden, während die Schaltung der HF-Quelle angschlossen bleibt? Der Phasenwinkel wird geändert und mithin ein Eingriff in die Periodendauer vorgenommen, der so lange andauert, als die Schaltmittel verändert werden. Eine Aenderung der

Periodendauer ist aber gleichbedeutend mit einer Aenderung der Frequenz. Solange, aber auch nur solange, der Phasenschieber betätigt wird, wird eine Beeinflussung der Frequenz erfolgen. Ist die Betätigung des Phasenschiebers beendet, so ist die Frequenz der aus der Schaltung austretenden HF-Schwingung identisch mit der Frequenz der eintretenden; mit einer bestimmten neuen Phasenlage zueinander, die dem Endzustand des Phasenschiebers entspricht, hier aber nicht weiter interessiert. Es ist nun ohne weiteres durch reine Ueberlegung einzusehen, daß eine Aenderung des Phasenschiebers etwa von Hand aus nur eine unendlich kleine, nicht feststellbare Aenderung der Frequenz während der Dauer der Betätigung verursachen wird. Geschieht aber die Aenderung der Abstimm-Mittel periodisch und in rascher Folge — etwa im Rhythmus der Tonfrequenz —, so tritt die dadurch verursachte Frequenzänderung meßbar in Erscheinung. Die Größe des Frequenzhubes stellt sich als proportional der Aenderungsgeschwindigkeit der Phasenlage heraus. Wird nun die Aenderung der Phasenlage derart bewirkt, daß eine bestimmte Amplitude der Modulation eine Drehung der Phase um einen bestimmten Winkelgrad zur Folge hat, so ist unmittelbar zu erkennen, daß bei Phasenmodulation sowohl Amplitude wie auch Frequenz der Modulatorspannung die Aenderungsgeschwindigkeit der Phasenlage beeinflußt, die Frequenzänderung der HF-Schwingung, der Hub, also sowohl von Amplitude wie auch Frequenz des Modulators abhängt. Dies sei zur Unterscheidung von der Frequenzmodulation, bei der die Größe des Hubes nur von der Amplitude der Modulatorspannung abhängig ist, besonders hervorgehoben.

Maß der Modulation und Auftreten von Seitenbändern bei Frequenz- und Phasenmodulation.

Bei Amplitudenmodulation ist die Angabe des Modulationsgrades in Prozenten üblich und der Begriff der Uebermodulation z. B. allgemein gebräuchlich. Bei Frequenz- und Phasenmodulation ist die Angabe des Modulationsgrades im obigen Sinne nicht möglich, da ja bei gegebenem Träger der Hub praktisch beliebig groß gewählt werden kann, wenn nur der lineare Zusammenhang zwischen Hub und Modulatorspannung bei Frequenz- und Modulatorspannung und -frequenz bei Phasenmodulation gewahrt bleibt. Der Begriff „Uebermodulation" ist ganz verschwunden. Abgesehen von der Begrenzung der Hubweiten durch allgemeine Vorschriften der Frequenzverteilung an die einzelnen Stationen ist die Größe des Hubes eigentlich nur durch die Bandbreite der Empfangsgeräte begrenzt. Weist ein dem Empfänger angebotenes Signal etwa eine größere Bandbreite auf, als der Empfänger verarbeiten kann, so entsteht im Empfänger ein der Uebermodulation entsprechender Effekt. Um nun ein Maß für die Modulationstiefe zu erhalten, definiert man bei der Frequenzmodulation einen Modulationsindex:

$$\text{Modulationsindex} = \frac{\text{Hub in Hz}}{\text{Modulationsfrequenz in Hz}}$$

Der Modulationsindex ist also abhängig von der Modulationsfrequenz. Um einen allgemein verwendbaren Wert zu erhalten, ist es üblich geworden, das Verhältnis maximaler Hub zu maximaler Modulationsfrequenz einzuführen.

Bei Phasenmodulation ist der Modulationsindex identisch mit der Angabe der Phasenschiebung in Winkelgraden. Er ist demnach unabhängig von der Modulationsfrequenz.

Ebenso wie bei amplitudenmodulierten Sendern treten auch bei Frequenz- und Phasenmodulation Seitenbänder auf. Hier allerdings nicht nur zwei, wie bei Amplitudenmodulation, sondern zahlreiche Paare, deren Amplituden vom Modulationsindex (nicht von den Hubweiten) abhängig und mit zunehmender Ordnungszahl der Seitenbänder abnehmen. Der Abstand der Seitenbänder entspricht der jeweiligen Modulationsfrequenz. Ohne weiter auf die Energieverteilung in den Seitenbändern einzugehen, da dies mathematischen Aufwand erfordern würde, sei erwähnt, daß im Gegensatz zur Amplitudenmodulation die Trägeramplitude vom Modulationsindex abhängig ist und sogar Null werden kann. Die Energie steckt dann vollständig in den Seitenbändern.

Abbildung 1 zeigt das Frequenzspektrum einer frequenzmodulierten Schwingung bei verschiedenen Modulationsindizes. Der Abstand der Seitenbänder vom Träger ist ein n-faches Vielfaches der Modulationsfrequenz, wenn unter n die Ordnungszahl der Seitenbänder verstanden wird. Bei einem Mind von etwa 2,4 ist der Träger völlig verschwunden, um bei größerem Index wieder mit entgegengesetzter Phasenlage (bezogen auf den unmodulierten Träger) aufzuscheinen.

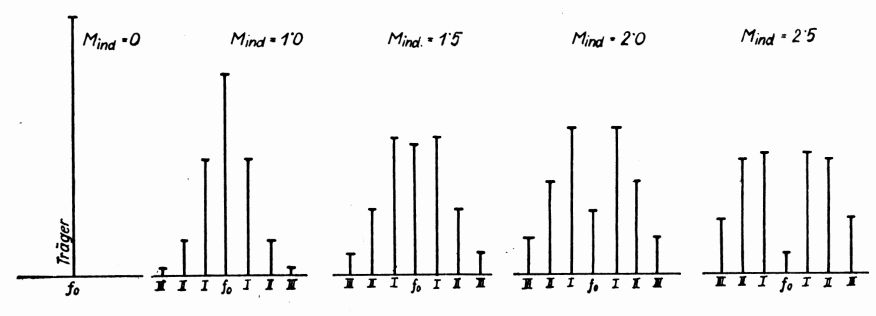


Abbildung 1: Das Frequenzspektrum einer frequenzmodulierten Schwingung bei verschiedenen Modulationsindizes.

Hingewiesen sei ferner noch darauf, daß es ohneweiters möglich und auch allgemein üblich ist, nach erfolgter Frequenz- bzw. Phasenmodulation eine Frequenzvervielfachung durchzuführen, wobei zu beachten ist, daß dabei die Größe des Frequenzhubes mit vervielfacht wird. Dies bietet schaltungstechnisch auch die Möglichkeit, eine beliebige Hubweite durch fortgesetzte Vervielfachung zu erhalten.

Schaltungstechnische Möglichkeiten für Frequenz- und Phasenmodulation.

Aus den weiter oben durchgeführten Ueberlegungen ergibt sich schaltungstechnisch ein prinzipieller Unterschied zwischen Frequenz- und Phasenmodulation, auf den noch einmal hingewiesen werden soll. Da die Frequenzmodulation prinzipiell eine direkte Beeinflussung der Oszillatorfrequenz vornimmt, muß sie an einer Stelle der Schaltung erfolgen, die für den Sender frequenzbestimmend ist, also in der ersten Stufe, in der Oszillatorstufe, selbst. Dies bringt obendrein den Vorteil kleinster notwendiger Steuerenergie. Bei Phasenmodulation hingegen darf keinesfalls eine Beeinflussung der frequenzbestimmenden Teile des Oszillators erfolgen. Die Modulation erfolgt am besten in einer Stufe, die eine Möglichkeit einer rückwirkenden Beeinflussung der Trägerfrequenz mit Sicherheit ausschließt, als etwa in einer Verstärkerstufe des Senders.

Die einfachste aber auch primitivste Möglichkeit einer Phasenmodulation gibt etwa eine Schaltung nach Abbildung 2.

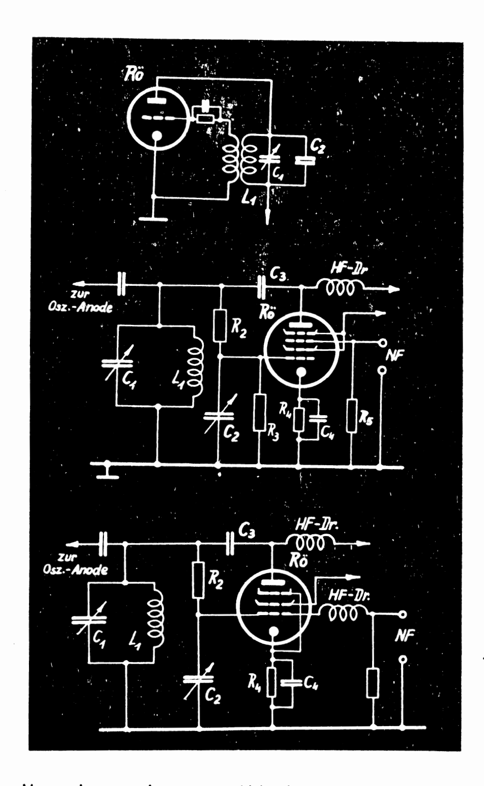
Ein Teil des Schwingkreis-Kondensators einer beliebigen Oszillatorschaltung wird durch ein Kondensator-Mikrophon dargestellt (C_2), das beim Beschallen seine Kapazität im Rhythmus der auftretenden Schallwellen ändert und mithin unmittelbar die Frequenz des Senders beeinflußt. Analog wäre natürlich auch eine Verstimmung der Schwingkreisinduktion,

etwa durch Nähern eines HF-Eisenkernes oder einer verstimmenden Kurzschlußwindung, ohne weiteres möglich. Beide Methoden sind experimentell mit einfachsten Mitteln durchführbar. Der Energiebedarf für die Modulation wird hier durch die Schallenergie selbst gedeckt. Eine weitere Bedeutung kommt dieser Schaltung aber nicht zu, da keine Regelmöglichkeit für die Modulationstiefe besteht, ohne die Trägerfrequenz weitgehend zu verändern und die Schallempfänger ein Teil der Hochfrequenzschaltung selbst wären.

Ein geradezu ideales Mittel zur Steuerung der Frequenz aber ergibt sich aus einer Schaltung, die es ermöglicht, eine Elektronenröhre als gittergesteuerten Blindwiderstand zu verwenden. Am geeignetsten für derartige Schaltungen sind Röhren großer Steilheit mit kleinem Durchgriff und kleinen inneren Kapazitäten, wie sie etwa in den modernen Pentoden zur Verfügung stehen.

Abbildung 3 zeigt das Prinzipschaltbild einer derartigen Schaltung mit einer Mischröhre (HF-Hexode). Um die Wirkungsweise der Schaltung zu verstehen, seien einige Ueberlegungen angestellt.

$L_1 C_1$ ist der frequenzbestimmende Schwingungskreis einer beliebigen Oszillatorschaltung (die im Schaltbild als vollkommen unwesentlich nicht gezeichnet ist). Parallel dazu liegt nun die Blindwiderstandsschaltung. $R_2 C_2$ sind so gewählt, daß der Widerstandswert von R_2 groß ist gegenüber dem Betrag des Widerstandswertes des Kondensators C_2 bei der Trägerfrequenz. (Etwa Trägerfrequenz 6 MHz, R_2 50 000 Ohm, $C_2 = 9$ pF entsprechend 3000 Ohm.) C_2 überbrückt dabei den hochohmigen und für unsere Betrachtungen nicht zu berücksichtigenden Gitterableitstand R des ersten Gitters. Der am Kondensator auftretende Spannungsabfall wirkt also als Steuerspannung an Gitter „eins". Die parallel zu $C_1 L_1$ liegende Serienschaltung von R_2 und C_2 hat wegen der Größe von R_2 nur einen unbeträchtlichen Phasenwinkel. Das heißt, der durch die Serienschaltung fließende HF-Strom hat nur einen kleinen, vernachlässigbaren Phasenwinkel gegenüber der Spannung am Oszillatorkreis. Die Spannung am Kondensator C_2 eilt aber dem Strom durch den Kondensator um 90 Grad nach. Da nunmehr der Anodenstrom einer Röhre in Phase mit der Gitterspannung ist, bleibt der Anodenstrom um 90 Grad hinter der Spannung am Oszillatorkreis zurück. Dieser nacheilende Strom fließt durch den Resonanzkreis und übt dort eine Wirkung aus, die einer parallel geschalteten Induktivität gleichzusetzen ist. Die Induktivität L_1 des Oszillatorkreises wird dadurch scheinbar kleiner, die Frequenz des Oszillators steigt. Da nun im Mischrohr die Größe des Anodenstroms durch Gitter „drei" beeinflußt werden kann, ist die auftretende Frequenzänderung durch eine an das Gitter „drei" gelegte Modulatorspannung zu beeinflussen. Sowohl Aenderung des Spannungsteilerverhältnisses $R_2 C_2$ (regelbare Kapazität) wie auch Aenderung der Amplitude der Modulatorspannung an



Von oben nach unten, Abbildung 2: Schaltung für die einfachste, aber auch primitivste Möglichkeit einer Phasenmodulation. C_2 ist als Kondensator-Mikrophon ausgebildet und verändert daher im Rhythmus der NF die Sendefrequenz. Abbildung 3: Schaltung bei Verwendung einer Mischröhre (HF-Hexode) als gittergesteuerter Blindwiderstand. Abbildung 4: Prinzipschaltbild mit einer Pentode.

Gitter „drei" gestattet eine Beeinflussung der Aussteuerung des Rohres und mithin eine Einstellung des gewünschten Frequenzhubes.

Die Schaltung läßt sich auch derart abändern, daß man R_2 und C_2 miteinander vertauscht. Man hat dann den Widerstand der Kapazität groß gegenüber dem Widerstand von R_2 zu machen. Die Schaltung wirkt dann, wie eine der oben durchgeführten Betrachtung ähnliche zeigt, mehr im Sinne einer veränderlichen Kapazität, die dem Kreis $L_1 C_1$ parallel liegt.

Abbildung 4 zeigt das Prinzipschaltbild für eine ähnliche Schaltung mit einer Pentode. Die Schaltung ist praktisch identisch mit der Schaltung Abbildung 3, nur erfolgt jetzt die Zuführung der HF-Gitterspannung und der Modulatorspannung am gleichen Gitter. Dies erfordert schaltungstechnische Maßnahmen zur Verriegelung der Hochfrequenzkreise gegen den niederfrequenten Teil der Schaltung. Im allgemeinen ist bei einem Aufbau einer Schaltung mit „Schieberöhre" zu beachten, daß die Steilheit der verwendeten Röhre für die Wirksamkeit der Schaltung maßgebend ist. Ebenso ist es günstig, den Widerstand von C_2 so klein wie möglich gegenüber R_2 zu machen (die Steuerspannung, die ja an C_2 entsteht, darf natürlich nicht unter einen bestimmten Wert sinken). Nicht ohne wesentlichen Einfluß ist ferner noch das L/C-Verhältnis des Oszillatorkreises. Es ist zweckmäßig, bei gegebener Trägerfrequenz die Kapazität C_1 so groß wie möglich zu machen. Schwankungen der Betriebsspannungen, soweit sie auf den Anodenstrom des Schieberohres von Einfluß sind, sind zu vermeiden. Wegen der niederen benötigten Spannungen und kleinen Leistungen macht im allgemeinen eine Stabilisierung durch eine Glimmstrecke keine Schwierigkeiten.

Die für die Modulation aufzuwendende Leistung ist verschwindend klein, da die Modulation in der ersten Stufe erfolgt. Eine Amplitude von wenigen Volt ist bei einem Rohr von etwa 6 bis 10 mA/V Steilheit für die Modulatorspannung völlig ausreichend.

Es kann somit bei Frequenz- und Phasenmodulation die Vorverstärkung selbst bei Kristall- und Kondensatormikrophonen klein gehalten werden. Meist wird man mit einer zweistufigen Verstärkung das Auslangen finden. Der Frequenzhub selbst braucht — verwendet man Frequenzvervielfachungsstufen — nicht groß sein (wenige kHz). Eine Frequenzvervielfachung wird man im allgemeinen schon wegen der Stabilität der Trägerschwingung anwenden, da die Verwendung von Steuerquarzen bei Phasenmodulation auf Schwierigkeiten stößt. Wegen der geringen Verstimmungsmöglichkeit einer Quarzsteuerung wird nämlich eine Frequenzmodulation nur im geringsten Umfang möglich sein und die Verstimmung des Resonanzkreises des Oszillators wird im wesentlichen nur eine Phasenmodulation ergeben.

(Ein weiterer Artikel folgt.)

● Eine englische Firma bringt ein Aufnahme- und Diktiergerät „Recordon" heraus, das nicht größer als eine durchschnittliche Reiseschreibmaschine ist. Die mit magnetischem Material überzogenen Platten haben einen Durchmesser von 23 cm und eine Laufzeit von 3 Minuten. Bei der Aufnahme wird wie bei einem Schallplattenaufnahmegerät ein Schreibarm über die Platte geführt, die Aufzeichnung geschieht jedoch nicht durch Ritzen, sondern durch Magnetisieren. Die Platten können gefaltet und in Briefumschlägen verschickt werden. Der ganze Apparat wiegt 4,5 Kilogramm.

Bauanleitung „das elektron“:

6-KREIS-WECHSELSTROM-SUPER „ISAR“

5 + 1 Röhren — Kurz- und Mittelwellenbereich — Topfkernbandfilter — ZF = 468 kHz — Abstimmanzeigeröhre

Es handelt sich um einen sechskreisigen Superhet, der vorzugsweise mit Röhren der „roten“ Serie bestückt ist.

Das Wirkschaltbild Abb. 1 läßt erkennen, daß die Einprägung der hochfrequenten Eingangsspannung in den Gitterschwingungskreis der Mischröhre auf dem Kurzwellen-Empfangsbereich induktiv erfolgt, während auf dem Mittelwellen-Empfangsbereich dagegen die Einprägung an einer Reihenkapazität C 7 geschieht. Durch letztere Maßnahme wird zweifellos eine größere Spiegelsicherheit erreicht. Parallel zu der Antennen-Induktivität liegt ein Zwischenfrequenz-Saugkreis L_1 C_1. Außerdem ist im Antennenkreis noch eine Antennenableitdrossel L_2 vorgesehen, welche die von der Antenne aufgenommenen Brummspannungen ableiten soll.

Im Eingangskreis wie auch im Oszillatorkreis werden für jeden Empfangsfrequenzbereich die Schwingkreis-Induktivitäten getrennt angeschaltet. Der Triodenteil der Mischröhre weist auf dem Mittelwellen-Empfangsbereich die bekannte Dreipunktschaltung mit kapazitiver Spannungsteilung (Colpittschaltung) auf. Die für die Selbsterregung erforderliche phasengedrehte Spannung wird an dem für den Gleichlauf notwendigen Verkürzungskondensator C_{12} abgenommen und über die Kurzwellenrückkopplungs-Induktivität L_8 der Anode-Triode zugeführt. Diese Schaltung arbeitet durchaus stabil und hat für einen Nachbau den Vorteil, daß für den Mittelwellenbereich die Rückkopplungs-Induktivität entfällt, welche in ihrer Bemessung in bezug auf die maximale Oszillator-Amplitude kritisch ist.

Die Anodenspannung für die Oszillator-Triode wird über R_6 einem 30-kOhm-Widerstand abgenommen, während die Schirmgitterspannung der gemeinsame Vorwiderstand R_5 mit 30 kOhm zugleich auch für die Zwischenfrequenz-Verstärker-Röhre erzeugt. Diese Spannung wird dann weiter über R_8 als Schirmgitterspannung für den niederfrequenten Vorverstärker herabgesetzt.

Die in der Mischröhre entstehenden Zwischenfrequenz-Wechselspannungen gelangen über das erste Zwischenfrequenzbandfilter an das Steuergitter der Zwischenfrequenz-Verstärkerröhre EF 9. Vom Schirmgitter dieser Röhre aus erfolgt durch L_{13} eine Rückkopplung auf das erste Zwischenfrequenzbandfilter, wodurch eine ziemliche Empfindlichkeitssteigerung erreicht wird. Ein Teil der verstärkten Zwischenfrequenz-Wechselspannungen wird an dem Eingangskreis des zweiten Zwischenfrequenzbandfilters abgenommen — denn hier herrscht die größte Zwischenfrequenz-Wechselspannung — und über C_{29} der einen Diodenstrecke in der Endröhre EBL 1 zugeführt

Am anodenseitigen Ende des Parallelbelastungswiderstandes R_{20} wird die Regelspannung für den Zwischenfrequenzverstärker und für die Mischröhre abgegriffen. Diese Regelspannung ist verzögert, weil der Dioden-Belastungswiderstand nicht an der Röhre liegt, welche die Diodenstrekken enthält, sondern unmittelbar mit der negativen Bezugsleitung verbunden ist. Ein anderer Teil der zwischenfrequenten Wechselspannungen gelangt vom Ausgangskreis des zweiten Zwischenfrequenzbandfilters direkt an die andere Diodenstrecke der EBL 1, welche mit dem Reihenwiderstand R_9 belastet ist. Da der Reihenbelastungswiderstand direkt mit der Kathode der Diodenstrecke verbunden ist, geht die Demodulation der Zwischenfrequenz-Wechselspannung unverzögert vor sich.

Die niederfrequenten Wechselspannungen werden am Belastungswiderstand R_9 abgenommen und über R_{10} und über C_{24} dem Lautstärkeregler R_{11} zugeleitet. R_{10} hat die Aufgabe, die restlichen hochfrequenten Schwingungen möglichst von den niederfrequenten Schwingungen abzutrennen. Parallel zum Lautstärkeregler liegt natürlich über dem Schaltkontakt S 5 auch der Anschluß für den Tonabnehmer. Die in ihrer Intensität durch R_{11} festgelegte niederfrequente Wechselspannung gelangt über C_{25} und den Hochfrequenzsperrwiderstand R_{13} an das Steuergitter der Niederfrequenz-Verstärkerröhre EF 9; R_{12} ist ihr Gitterableitungswiderstand. Die vorverstärkten niederfrequenten Wechselspannungen werden an dem Anodenwiderstand R_{14} und über C_{27} an das Steuergitter der Endstufenröhre EBL 1 geführt.

R_{17} ist der UKW-Widerstand und R_{16} der Gitterableitungswiderstand. Der Lautsprecher ist in bekannter Weise über einen Anpassungsübertrager an die Endröhre angeschlossen. Durch die Verwendung eines hochwertigen Ausgangsübertragers, der einen Frequenzbereich von 30 bis 10 000 Hz einwandfrei übertragen kann, wurde von einer Gegenkopplung Abstand genommen. Eine Gegenkopplung hat im übrigen nur dann wirklichen Wert, wenn sie auch in der Lage ist, die angehobenen Bässe leistungsmäßig und ohne wesentlichen Eisenklirrfaktor zu übertragen. Es wurde daher ein einstellbarer Klangfarbenregler vorgesehen.

Abstimmanzeigeröhre.

Die hier verwendete Abstimmanzeigeröhre besitzt zwei Anzeige-Systeme. Ein System für die Anzeige schwacher Sender und ein System für die Anzeige starker Sender. Die beiden Dreipolsysteme arbeiten als widerstandgekoppelte Gleichstromverstärker. Die Steuerspannung wird von der unverzögerten Signalspannung über R_{24} abgezweigt. Die erste Anode steht über R_{25} mit der Hauptanodenspannung in Verbindung, während die zweite Anode über R_{23} an die Schirmgitterspannung angeschlossen ist. Dadurch ergibt sich eine erwünschte Verzögerung für die Anzeige des zweiten Bereiches.

Die Betriebsspannungen werden nach erfolgter Zweiweggleichrichtung durch eine einfache Drosselsiebschaltung NDr und C_{34} als Siebkondensator und C_{35} als Ladekondensator ausreichend beruhigt. Im Netzeingang liegt der Netzschalter S 6, die Sicherung Si und die beiden Festkondensatoren C_{39} und C_{40}. Letztere sollen verhindern, daß Störungen

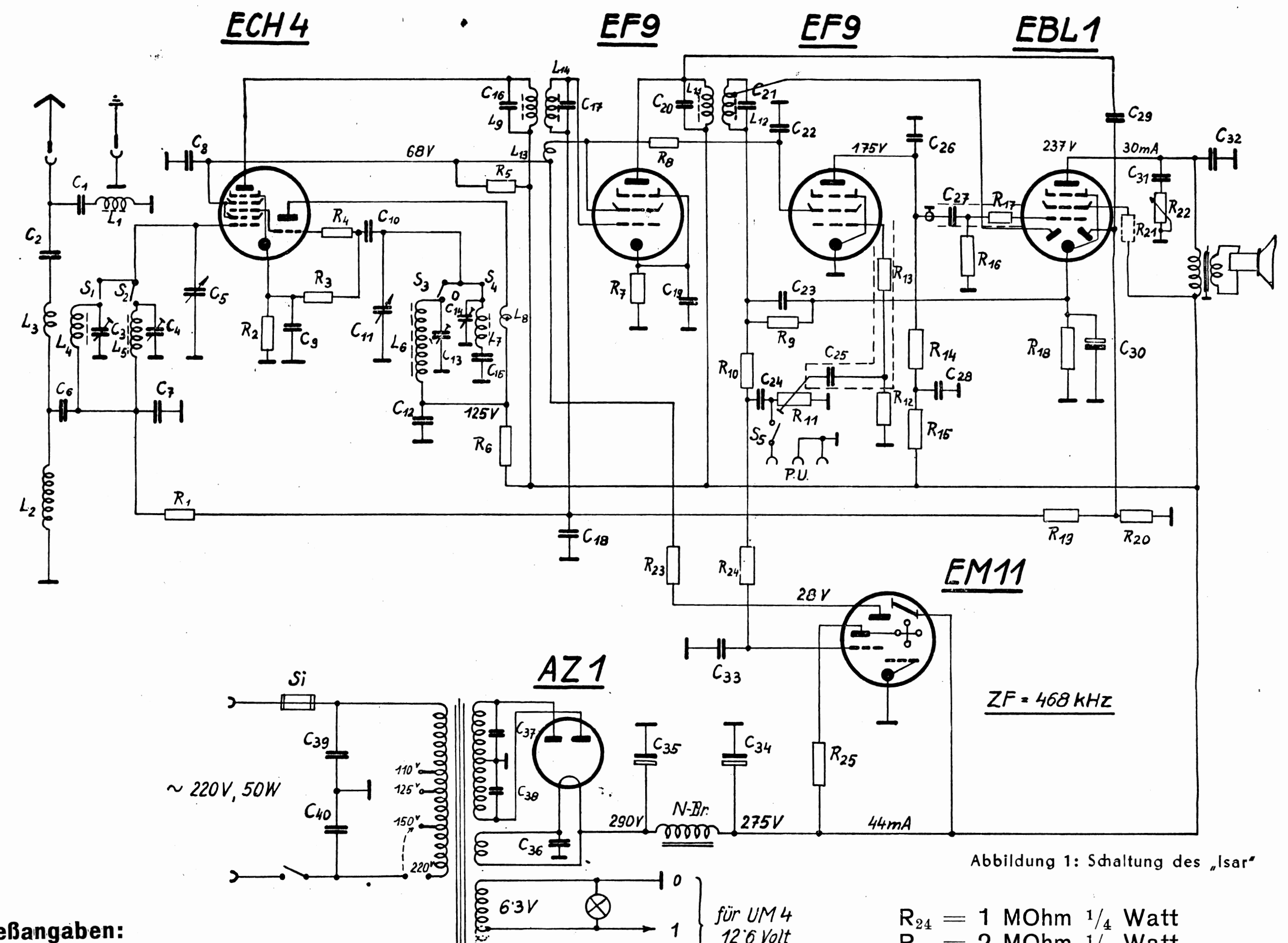


Abbildung 1: Schaltung des „Isar"

Meßangaben:

L_1 = Zwischenfrequenz-Leitkreis-induktivität 1,2 mH
L_2 = Antennen-Ableitdrossel 950 Windungen 0,1
L_3 = Kurzwellen-Antenneninduktivität 5 Windungen 0,1
L_4 = Kurzwellen-Gitterkreisinduktivität 10,5 Windungen 0,8
L_5 = Mittelwellen-Gitterkreisinduktivität 0,21 mH
L_6 = Mittelwellen-Oszillator-Gitter-
L_7 = Kurzwellen-Oszillator-Gitter-kreisinduktivität 0,12 mH
kreisinduktivität 10 Windg. 0,6
L_8 = Kurzwellen-Oszillator-Rückkopplungsinduktivität 8 Windung. 0,1
L_9 bis L_{12} = Zwischenfrequenz-Bandfilterkreisinduktivität 0,58 mH
L_{13} = Zwischenfrequenz-Bandfilter-Rückkopplungsinduktivität 2 Windungen 0,1

R_1 = 0,5 MOhm 1/4 Watt
R_2 = 150 Ohm 1/2 Watt
R_3 = 50 kOhm 1/4 Watt
R_4 = 100 Ohm 1/4 Watt
R_5 = 30 kOhm 1 Watt
R_6 = 40 kOhm 1 Watt
R_7 = 300 Ohm 1/2 Watt
R_8 = 1 MOhm 1/4 Watt
R_9 = 0,5 MOhm 1/4 Watt
R_{10} = 0,1 MOhm 1/4 Watt
R_{11} = Pot. 0,5 MOhm
R_{12} = 1 MOhm 1/4 Watt
R_{13} = 0,1 MOhm 1/4 Watt
R_{14} = 0,1 MOhm 1/2 Watt
R_{15} = 5 kOhm 1/2 Watt
R_{16} = 0,5 MOhm 1/4 Watt
R_{17} = 1 kOhm 1/4 Watt
R_{18} = 160 Ohm 1/2 Watt
R_{19} = 1 MOhm 1/4 Watt
R_{20} = 1,5 MOhm 1/4 Watt
R_{21} = 100 Ohm 1/2 Watt
R_{22} = Pot. 50 kOhm
R_{23} = 0,5 MOhm 1/4 Watt
R_{24} = 1 MOhm 1/4 Watt
R_{25} = 2 MOhm 1/4 Watt

C_1 = 100 pF Condensa N
C_2 = 500 pF Condensa N
C_3 = 1—10 pF Trimmer
C_4 = 4—30 pF Trimmer
C_5, C_{11} = 2 × max 500 pF
C_6, C_7 = 5000 pF if. Betrsp. 165 V
C_8 = 25000 pF Betrsp. 250 V
C_9, C_{18}, C_{19}, C_{22} = 25000 pF Bsp. 165 V
C_{10} = 50 pF Condensa C oder F
C_{12} = 500 pF plus-minus 1% Cond. N
C_{13} = 15—45 pF Trimmer
C_{14} = 5—32 pF Trimmer
C_{15} = 25000 pF Betrsp. 250 V
C_{16}, C_{17}, C_{20}, C_{21} = 200 pF plus-minus 5% Condensa C oder F
C_{23} = 100 pF Betrsp. 165 V
C_{24} = 10000 pF Betrsp. 165 V
C_{26} = 100 pF Betrsp. 350 V
C_{27} = 50000 pF Betrsp. 165 V
C_{28} = 4 μF Betrsp. 500 V
C_{30} = 300 μF Betrsp. 12 V
C_{31} = 30000 pF Betrsp. 500 V
C_{32} = 2000 pF Betrsp. 500 V
C_{33} = 20000 pF Betrsp. 165 V
C_{34} = 8 uF Betrsp. 500 V/Wickelkond.
C_{35} = 8 uF Betrsp. 500 V/Wickelkond.
C_{36} = 1000 pF Betrsp. 500 V
C_{37}, C_{38} = 10000 pF Betrsp. 1000 V
C_{39}, C_{40} = 5000 pF Betrsp. 1000 V

Netztransformator: Primär 110, 125, 150, 220, 240 Volt. — Sekundär: 2 . 300 Volt, 50 mAmpere; 4 Volt, 1 Ampere; 6,3 Volt, 2 Ampere.

Netzdrossel: 20 Henry bei 50 mAmp.

Netzsicherung: 300 mAmpere.

Chassis: Länge 430, Breite 170, Tiefe 70 mm.

	Schraubkern 6 mm ∅ 21 lg.	Haspelkern	Wehrmachts-Topfkern	Amenal-Topfkern
L5 =	140 Wdg. 3.0,07	70 Wdg. 20.0,05	90 Wdg. 3.0,07	82 Wdg. 20.0,05
L6 =	102 Wdg. 0,15	41 Wdg. 0,1	66 Wdg. 3.0,07	66 Wdg. 3.0,07
L9-L12 =			145 Wdg. 3.0,07	136 Wdg. 5.0,07
L1 =		170 Wdg. 20.0,07	Zapf b. 76 Wdg. v. G.	Zapf b. 72 Wdg. v. G.

Kurzwellen Spulenkörperdurchmesser: 17 mm.

aus dem Netz in das Gerät eindringen.

Bevor an die eigentliche Baubeschreibung gegangen wird, seien einige grundsätzliche Bemerkungen gestattet:

Warum zeitigen bei einem Nachbau von Bauanleitungen in vielen Fällen nicht die erwarteten Ergebnisse? Nun, weil sich bei der Verwendung nicht immer derselben Bauteile, wie sie für das Mustergerät vorgesehen wurden, fast immer anders geartete Verhältnisse ergeben, welche — oft auch aus Unkenntnis — nicht in gebührendem Maße berücksichtigt wurden! Allein schon die Verwendung eines anderen Abstimmkondensators kann den Gleichlauf zwischen der Abstimmung des Eingangskreises und der Abstimmung des Oszillatorkreises erheblich ins Wanken bringen. In das Gedächtnis zurückrufend muß erkannt werden, daß erst durch das Zusammenwirken verschiedener, aufeinander genau abgestimmter Bauelemente eine Zwischenfrequenz gebildet wird, welche dann demoduliert und verstärkt hörbar gemacht wird.

Die Zwischenfrequenz ist die Differenz zwischen der Eingangsempfangsfrequenz und der Oszillatorfrequenz. Angenommen, es sei der Empfangsfrequenzbereich $f_e = 500$ bis 1500 kHz und die Zwischenfrequenz $f_z = 468$ kHz, dann muß der Oszillator die Frequenz $f_o = 968$ bis 1968 kHz liefern.

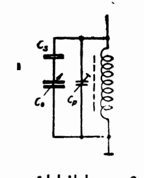


Abbildung 2

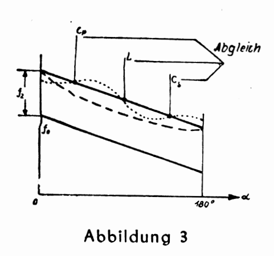


Abbildung 3

Hieraus ist zunächst einmal ersichtlich, daß der Frequenzbereich, welcher mit der Oszillator-Abstimmkapazität bestrichen werden muß, kleiner ist als der Bereich, welcher mit einer Veränderung der Abstimmkapazität des Eingangskreises erreicht werden soll. Die beiden Abstimmkondensatoren sitzen aber auf ein und derselben Achse und die im Oszillatorkreis eingestellte Kapazität muß jeweils um einen bestimmten, der Zwischenfrequenz entsprechenden Kapazitätswert kleiner sein, als die Kapazität des Abstimmkondensators des Eingangskreises. Dies läßt sich aber nur erreichen, wenn die Gesamtkapazität d. Oszillatorschwingungskreises durch einen Serienkondensator C_s entsprechend verkleinert wird. Abb. 2. Ein Vergleich mit der Abb. 3 veranschaulicht die Verhältnisse. Durch den Verkürzungskondensator allein ist aber noch kein idealer Gleichlauf zu erreichen. Bei herausgedrehtem Plattensatz wird die resultierende Gesamtkapazität durch die Anfangskapazität des veränderlichen Kondensators und durch die parallel dazu liegende Trimmerkapazität bestimmt, so daß durch letzteren die obere Grenzfrequenz des Schwingungskreises eingestellt werden kann. Bei ganz hereingedrehtem Plattensatz wird die Gesamtkapazität vorwiegend durch die Reihenschaltung von der durch C_s verminderten Abstimmkapazität des Abstimmkondensators und der parallel geschalteten Trimmerkapazität gegeben, so daß natürlicherweise durch C_s die Endkapazität der veränderlichen Schwingkreiskapazität bestimmt wird. Damit wird zunächst die untere Grenzfrequenz festgelegt. In den Zwischenstellungen der Oszillatorabstimmkapazität ergeben sich jedoch gewisse Gleichlaufstörungen (vergl. gestrichelte Kurve in Abb. 3). Diese müssen auf einen noch gerade zulässigen Wert herabgesetzt werden, so daß der Gleichlauf an drei Punkten der Abstimmskala vollkommen ist. Aus der Dreipunktgleichkurve (punktiert in Abb. 3) ist dies ersichtlich, denn der Frequenzfehler ist bei den drei Empfangsfrequenzpunkten gleich Null. Die Wahl dieser drei Punkte ist an sich beliebig. Es werden aber praktisch diese Abgleichpunkte so bestimmt, daß sie möglichst bei je einem Drittel der Skala liegen und die Frequenzen zweckmäßig derart gewählt werden, daß sie mit Empfangsfrequenzen zusammenfallen, bei denen eine besonders große Trennschärfe erwünscht erscheint.

Der Punkt auf dem oberen Frequenzbereich wird durch den Paralleltrimmer auf den unteren Frequenzbereich durch die Veränderung der Schwingkreis - Induktivität und auf dem mittleren Frequenzbereich durch die Verkürzungskapazität festgelegt. Durch diese Betrachtung muß eindeutig klar werden, daß

1. die Verteilung der Stationen auf der Stationsskala von dem Plattenschnitt bzw. von der Frequenzkurve des verwendeten Abstimmkondensators bestimmt wird; d. h. also, daß zu einem bestimmten Drehkondensator auch eine bestimmte Stationsskala gehört, andernfalls wird sich, auch bei noch so sorgfältigem Abgleich, nie eine völlige Uebereinstimmung mit den Stationsnamen erreichen lassen;

2. einerseits die Endkapazität des Abstimmkondensators, die Trimmerkapazität und die Verstärkungskapazität zueinander in einem bestimmten Verhältnis stehen und andererseits natürlich die Schwingkreis-Induktivität in bezug auf die untere und obere Grenzfrequenz von ersteren Größen abhängig ist.

Jede Wertänderung einer dieser Größen muß infolgedessen, wenn die hiervon abhängigen Größen nicht sinnentsprechend gewählt werden, zu Fehlern führen, so daß u. U. ein vernünftiger Gleichlauf überhaupt nicht zuwege gebracht werden kann.

Ist die Endkapazität des Abstimmkondensators nicht bekannt bzw. kann sie nicht gemessen werden, dann wird der Wert der Verkürzungskapazität praktisch aus einem Festkondensator und einer parallel dazu geschalteten Trimmerkapazität gebildet, so daß der Abgleichpunkt auf dem mittleren Frequenzbereich durch diese Trimmerkapazität sauber und genau eingestellt werden kann.

Einen weiteren schwierigen Punkt bilden die Induktivitäten, denn nicht in jedem Falle werden gerade diejenigen Spulenkörper bzw. Abgleichkerne zur Verfügung stehen, welche die Bauanleitung vorschreibt. Auch werden nicht immer die erforderlichen Berechnungsgrundlagen für die jeweils vorhandenen Kerne zur Verfügung stehen. Die Permeabilität der Eisensorten von Topfkernen bzw. der Durchmesser der Abgleichstifte ist sehr unterschiedlich und es ergibt sich hier für den Berechnungsfaktor ein Verhältnis 1:3.

Um aber auch mit anderen Induktivitätsbauteilen einen Nachbau zu erleichtern, sind aus diesem Grunde nicht nur die Werte der einzelnen Induktivitäten angegeben, sondern es wurden auch die Wickeldaten für die gebräuchlichen Kernsorten errechnet und zusammengestellt.

Für die frequenzbestimmenden Kapazitäten in den Schwingungskreisen wurden vorzugsweise Kondensatoren auf keramischer Grundlage gewählt, weil hier die Silberbelegungen eingebrannt sind. Andersartige Kondensatoren, wie z. B. aufgespritzte Silberschichten auf Glimmer-Grundlage, unterliegen häufig wertändernden Alterserscheinungen, weil das aufgespritzte Silber leicht zur Sulfitbildung neigt. Glimmerschichtkondensatoren und Wickelkondensatoren sind für bestimmte Zwecke wieder zu voluminös, letztere auch temperaturabhängig.

Als Baumaterialien für die Bandfilter wurden absichtlich Topfkerne gewählt, weil sich mit guten Topfkernen leicht Kreisgüten von $\geqq 300$ erreichen lassen. Amonaltopfkerne haben einen Induktivitätsänderungs-

bereich von plus-minus 30%, während bei Topfkernen mit völlig geschlossenem Eisenweg aus ehemaligen Wehrmachtsbeständen der Induktivitätsänderungsbereich bedeutend geringer ist, so daß es hier auf eine genaue Einhaltung der Windungszahlen ankommt. Ebenso muß natürlich auch der Wert der frequenzbestimmenden Parallelkapazität genau stimmen. Es kommt also hier nur ein engtolerierter Wert in Frage. Hierbei sei darauf aufmerksam gemacht, daß eine Toleranz von plusminus 20% durchaus handelsüblich ist, sofern nicht engere Toleranzen vorgeschrieben werden.

Jedes Bandfilter, also beide Kreisinduktivitäten sind unter einer gemeinsamen Abschirmhaube untergebracht, wobei das erste Zwischenfrequenzbandfilter ein optimal gekop-

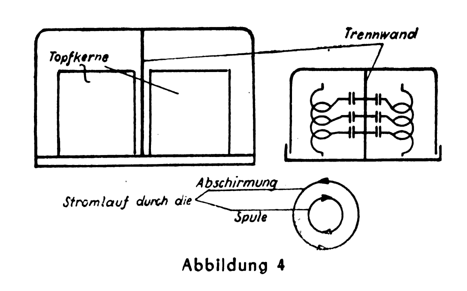


Abbildung 4

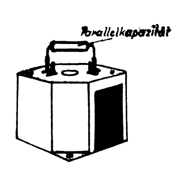


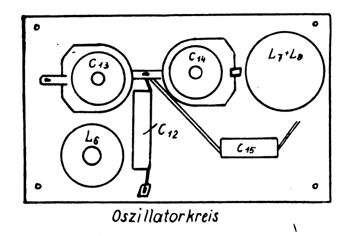
Abbildung 5

peltes Bandfilter ist. Die Topfkerne sind hier durch eine geerdete Abschirmwand getrennt und nur durch die gemeinsamen Strompfade über die Abschirmung leicht verkoppelt. Der Kernabstand beträgt etwa 5 mm. Das zweite Zwischenfrequenzbandfilter ist ein überkoppeltes Bandfilter. Die Ueberkopplung wird durch eine Verkürzung der die beiden Topfkerne trennenden Abschirmwand erreicht, wobei der Kernabstand der gleiche ist, wie beim ersten Zwischenfrequenzbandfilter. (Vergleiche Abbildung 4.)

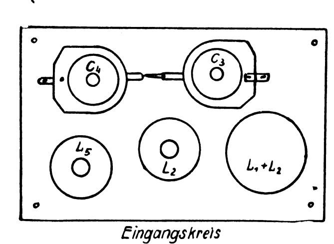
Da anfänglich für dieses überkoppelte Bandfilter keine passende Abschirmhaube zur Verfügung stand, wurde das Problem zunächst so gelöst, daß die für jeden Topfkern üblichen einzelnen Abschirmboxen beibehalten wurden. Eine Ueberkopplung wurde dann dadurch erreicht, daß eine Abschirmfläche eines jeden sechseckigen Abschirmgehäuses in Kerngröße entfernt wurde (Abb. 5). Beide Abschirmboxen wurden dann mit den fehlenden Flächen dicht an dicht montiert, so daß auf diese Weise die gewünschte Kopplung erzielt wird. Dieser Anordnung haftet allerdings der Nachteil an, daß die Schwingungskreiskapazitäten nicht mit unter die Abschirmung gebracht werden können. Aus diesem Grunde wurde diese vorläufige Lösung später durch eine passende Abschirmhaube ersetzt. Als Abschirmhauben sind aus einem Stück gezogene Ausführungen zu bevorzugen. Bei etwa zusammengebogenen Hauben müssen zumindest die Stoßfugen sauber und glatt verlötet werden, damit die Gehäuseströme an den Stoßfugen oder Stoßkanten durch Wirbelstrombildung keine Verluste erleiden.

Die Eingangskreis- und die Oszillatorkreis-Induktivitäten sind mit ihren dazugehörigen Bauelementen je auf ein Pertinaxbrettchen montiert und verdrahtet und dann als einheitliches Ganzes beiderseits des Wellenbereichschalters befestigt und in die weitere Verdrahtung einbezogen. Die Antennenableitdrossel ist in Scheibenwicklung ausgeführt, und zwar 8 Scheiben auf einem Wickelkörperdurchmesser von 10 mm. Die Abmessungen sind nicht kritisch. (Vergleiche Abbildung 6.)

Der Wellenbereichschalter hat vier Schaltstellungen (siehe Schalter-Diagramm, Abb. 8). Die erste Schaltstellung schaltet das Empfangsgerät an das Netz. Damit die Netzleitung über die Zuleitung zum Schalter nicht irgend welche Bauteile mit Brummspannung induziert, sind die Zuleitungen verdrillt und abgeschirmt an den Schalter geführt. Außerdem sind noch die Kontakte des Tonabnehmerschalters S_5 (Schalterstellung 3) von den Kontakten der Netz-Schaltung durch eine geerdete Abschirm-



Oszillatorkreis

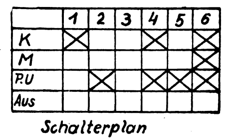


Eingangskreis

Abbildung 6

wand getrennt. Die Tonabnehmerleitungen von den Anschlußbuchsen zum Schalter sind ebenfalls in Abschirmkabel verlegt.

Mit der Verdrahtung wird zweckmäßig beim Netzteil angefangen und dann von diesem ausgehend über die Endstufe bis zur Mischstufe vorgehend; und zwar werden zunächst direkt über dem Chassis die Heizleitungen verlegt. Als negative Bezugsleitung wird am besten ein 1,5 bis 2 mm starker, steifer Kupferdraht oder noch besser ein etwa 1 cm



	1	2	3	4	5	6
K	X			X		X
M						X
P.U		X		X	X	X
Aus						

Schalterplan

Abbildung 8

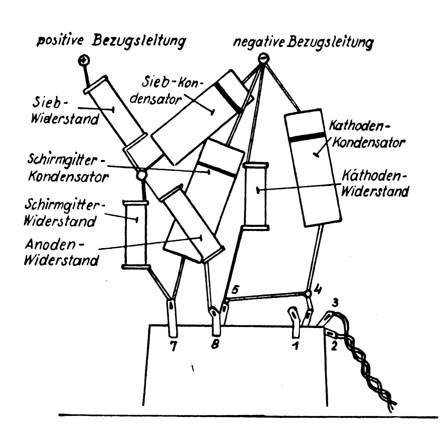


Abbildung 9

breites, 1 mm starkes Kupferband in etwa 5 cm Höhe über den Röhrenfassungen längs durch das Chassis gezogen und an der Erdbuchse befestigt. Die positive Bezugsleitung kommt in einigem Abstand ebenfalls längs durch das Chassis, wobei etwa erforderliche Isolierungen vorzusehen sind.

Widerstände und Ueberbrückungskondensatoren lassen sich hierdurch leicht auf kürzestem Wege direkt zwischen die Röhrenfassungen und die Bezugsleitungen bzw. zwischen die übrigen Bauelemente einhängen. Für die Verdrahtung wird empfohlen, alle Erdungsleitungen jeweils in einem Punkte zusammenzufassen. Hierdurch wird vor allen Dingen vermieden, daß in nicht kontrollierbarer Weise Wechselströme verschiedener Kreise über Chassisteile oder Bezugsleitungen führen, welche einerseits zu Unstabilitäten oder andererseits zu starker Dämpfung führen können.

Selbstverständlich können natürlich bei einem Metallchassis auch an mehreren Stellen entsprechende Lötösen als Erdungspunkte vorgesehen werden, jedoch bedarf es hier vorher einer gewissen Planung, damit nicht Ströme von Kreisen, welche nicht zusammengehören, über die gleiche Chassisstrecke führen.

(Fortsetzung auf Seite 368)

STRATOVISI(

„Für und wider die Stratovision" nannten wir einen kurzen Artikel, Seite 205, erschien. Einen Monat später konnten wir bereits berichten (in Amerika bereits die erste für die Öffentlichkeit bestimmte Sendung Ihnen interessante Einzelheiten und Bilder über diese Versuche zu bring auch beim Fernsehkongreß in Zürich, über den wir an anderer

Die Ausbreitung der Ultrakurzwellen ist bekanntlich quasioptisch, d. h. mit anderen Worten, der Ausbreitung des Lichtes ähnlich. Da sich nun die Fernsehsender ultrakurzer Wellen bedienen, sind die Empfangsmöglichkeiten für derartige Stationen praktisch fast nur im Bereich der optischen Sicht gegeben. Von Ausnahmefällen, die durch besondere Reflektionen zeitweise festgestellt wurden, wollen wir hier absehen. Die Tatsache der quasioptischen Ausbreitung bedeutet also, daß eine z. B. auf dem Eiffelturm errichtete UKW-Sendestation höchstens bis zu einer Entfernung von 50 bis 70 km empfangen werden kann. Das Stratovisionssystem versetzt nun einfach Sender und Antenne in ein Flugzeug, das in langsamen Kreisen hoch über der Erde fliegt. Die Ultrakurzwellen, die nun von dieser Flugzeugantenne aus abgestrahlt werden, überdecken die Oberfläche der Erde wie ein großer Kegel, dessen Spitze das Stratovisionsflugzeug ist. Die Basis dieses Kegels hat einen Durchmesser von annähernd 800 km (das entspricht ungefähr der Entfernung Wien—Hamburg). Es ist also möglich, mit Hilfe eines einzigen Stratovisionsflugzeuges der Bevölkerung eines Gebietes von 800 km Durchmesser Fernsehempfang zu vermitteln. Auf mitteleuropäische Verhältnisse umgerechnet, würde z. B. ein über Chemnitz kreisendes Stratovisionsflugzeug genügen, um eine Fläche, die fast ganz Deutschland, über die Hälfte von Oesterreich und einen großen Teil Polens umfaßt, mit Fernsehprogrammen zu versorgen. Wenn wir bedenken, daß bisher, um Fernseh- oder FM-Sendungen einem größeren Bereich zugänglich zu machen, kostspielige Kabel oder zahlreiche Türme mit darauf angebrachten Relaisstationen notwendig waren, so erkennen wir schon aus dieser einen Ueberlegung, daß Stratovision wirtschaftlich die einzige Möglichkeit ist, Fernsehen oder FM der breiten Masse zu vermitteln.

Die Idee des Stratovisionssystems wurde gegen Ende 1944 und Anfang 1947 durch C. E. Nobles aufgegriffen und untersucht. Die volle Entwicklung auf allen Linien begann aber erst, als sich die beiden Großfirmen, die Westinghouse Corp. für den elektronentechnischen und die Glenn L. Martin Comp. für den flugzeugtechnischen Teil, einschalteten. Von der obersten amerikanischen Funkbehörde wurde ein Fernsehkanal (Kanal 6) für die Versuche zur Verfügung gestellt. Die erste öffentliche Vorführung übertrug die republikanische Nationalversammlung aus Washington in westlicher Richtung bis nach Zentral-Ohio. Die Entfernung vom Ausgangspunkt bis zu den in den Randgebieten arbeitenden Empfängern betrug über 800 km. Die Versuchsstation W-1-OWXB — das Stratovisionsflugzeug — nahm die Uebertragung von den Stationen WNBW-Washington und WMAR-TV-Baltimore auf, während es über Pittsburg in einer Höhe von 7600 m kreiste, und strahlte sie über den Bordsender ab. Die Uebertragung erstreckte sich über neun nordamerikanische Staaten. Interessant ist, daß zur fernsehmäßigen Versorgung des angegebenen Gebietes, die durch einen Flugzeugsender erfolgte, nur $^{1}/_{15}$ der Leistung notwendig war, die von einem am Boden stehenden, ein Gebiet von nur 160 km Durchmesser erfassenden Sender benötigt würde.

Im Augenblick beschäftigt man sich mit dem Plan, eine Martin 2-0-2 mit einem Bruttogewicht von 20 000 kg für Stratovisionszwecke umzubauen. Die 2-0-2 wird 32 Minuten benötigen, um Stationshöhe zu erreichen, und drei Stunden lang in einem Bereich von rund 6 km Durchmesser bei einer verminderten Geschwindigkeit von 300 km pro Stunde kreisen. In das Spezial-Stratovisionsflugzeug soll eine Doppelausrüstung eingebaut werden, um die nötige Zuverlässigkeit zu erzielen. Selbstverständlich ist das Flugzeug mit einer Ueberdruckkabine, einer Enteisungsanlage und allen sonstigen bei Stratosphärenflugzeugen vorhandenen Spezialeinrichtungen versehen.

Es besteht weiters die Absicht, in einem einzigen Flugzeug 4 Fernseh- und 5 FM-Sender einzurichten, um so gleichzeitig 4 Fernseh- und 5 FM-Programme zu übertragen. Wei-

Frequenzmodulierte Vorstufe für Fernseh-Bildsender

Fernseh Bildsender 5KW-Spitzenleistung

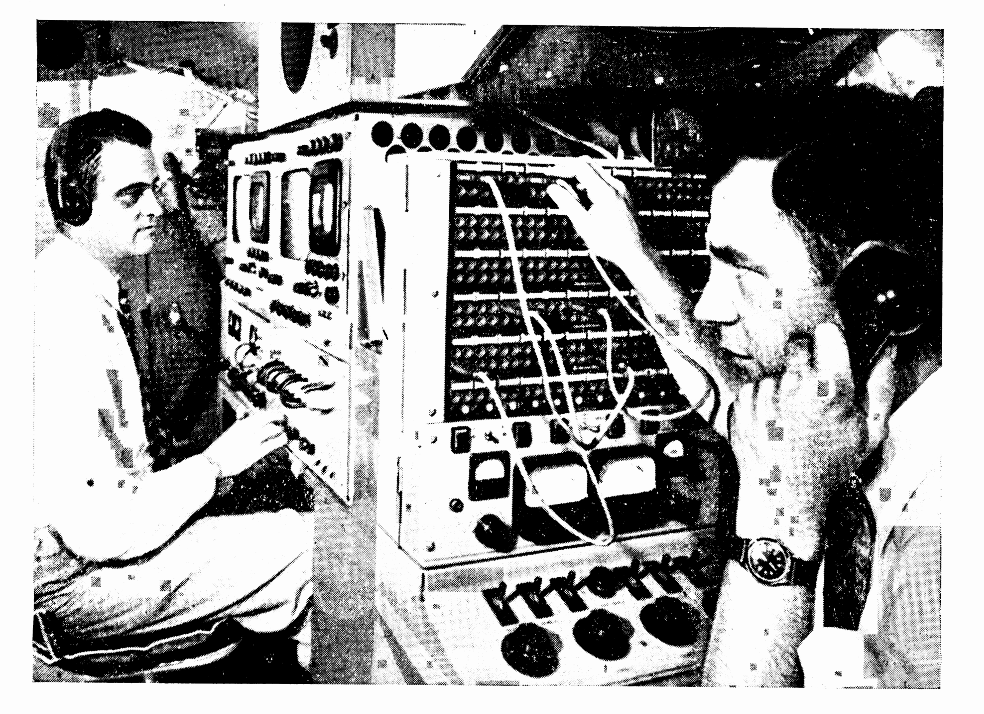
Schalttafel der Kraft-Zentrale

FM-Fernsehtonsender

Reserv Geräte

Hier ist der Grundriß der Stratovisionskabine in der für von 5 Ingenieuren bedient. Man hofft allerdings, daß be

Das „Nervenzentrum" des Stratovisions-Sendesystems. Links sitzend C. E. Nobles, der Erfinder des Stratovisionssystems. Er kontrolliert das Fernsehbild, das vom Stratovisionsflugzeug empfangen und wiedergesendet wird. Rechts Ben Carrol, Konstrukteur in den Glenn-Martin-Flugzeugwerken, an der NF-Mithöreinrichtung



STRATOVISION

„Für und wider die Stratovision" nannten wir einen kurzen Artikel, der in „das elektron", Heft 7/1948, Seite 205, erschien. Einen Monat später konnten wir bereits berichten (Heft 8/1948, Seite 260), daß tatsächlich in Amerika bereits die erste für die Öffentlichkeit bestimmte Sendung stattfand. Wir sind nun in der Lage, Ihnen interessante Einzelheiten und Bilder über diese Versuche zu bringen. Das gleiche Thema wurde übrigens auch beim Fernsehkongreß in Zürich, über den wir an anderer Stelle berichten, eingehend referiert.

Die Ausbreitung der Ultrakurzwellen ist bekanntlich quasioptisch, d. h. mit anderen Worten, der Ausbreitung des Lichtes ähnlich. Da sich nun die Fernsehsender ultrakurzer Wellen bedienen, sind die Empfangsmöglichkeiten für derartige Stationen praktisch fast nur im Bereich der optischen Sicht gegeben. Von Ausnahmefällen, die durch besondere Reflektionen zeitweise festgestellt wurden, wollen wir hier absehen. Die Tatsache der quasioptischen Ausbreitung bedeutet also, daß eine z. B. auf dem Eiffelturm errichtete UKW-Sendestation höchstens bis zu einer Entfernung von 50 bis 70 km empfangen werden kann. Das Stratovisionssystem versetzt nun einfach Sender und Antenne in ein Flugzeug, das in langsamen Kreisen hoch über der Erde fliegt. Die Ultrakurzwellen, die nun von dieser Flugzeugantenne aus abgestrahlt werden, überdecken die Oberfläche der Erde wie ein großer Kegel, dessen Spitze das Stratovisionsflugzeug ist. Die Basis dieses Kegels hat einen Durchmesser von annähernd 800 km (das entspricht ungefähr der Entfernung Wien—Hamburg). Es ist also möglich, mit Hilfe eines einzigen Stratovisionsflugzeuges der Bevölkerung eines Gebietes von 800 km Durchmesser Fernsehempfang zu vermitteln. Auf mitteleuropäische Verhältnisse umgerechnet, würde z. B. ein über Chemnitz kreisendes Stratovisionsflugzeug genügen, um eine Fläche, die fast ganz Deutschland, über die Hälfte von Oesterreich und einen großen Teil Polens umfaßt, mit Fernsehprogrammen zu versorgen. Wenn wir bedenken, daß bisher, um Fernseh- oder FM-Sendungen einem größeren Bereich zugänglich zu machen, kostspielige Kabel oder zahlreiche Türme mit darauf angebrachten Relaisstationen notwendig waren, so erkennen wir schon aus dieser einen Ueberlegung, daß Stratovision wirtschaftlich die einzige Möglichkeit ist, Fernsehen oder FM der breiten Masse zu vermitteln.

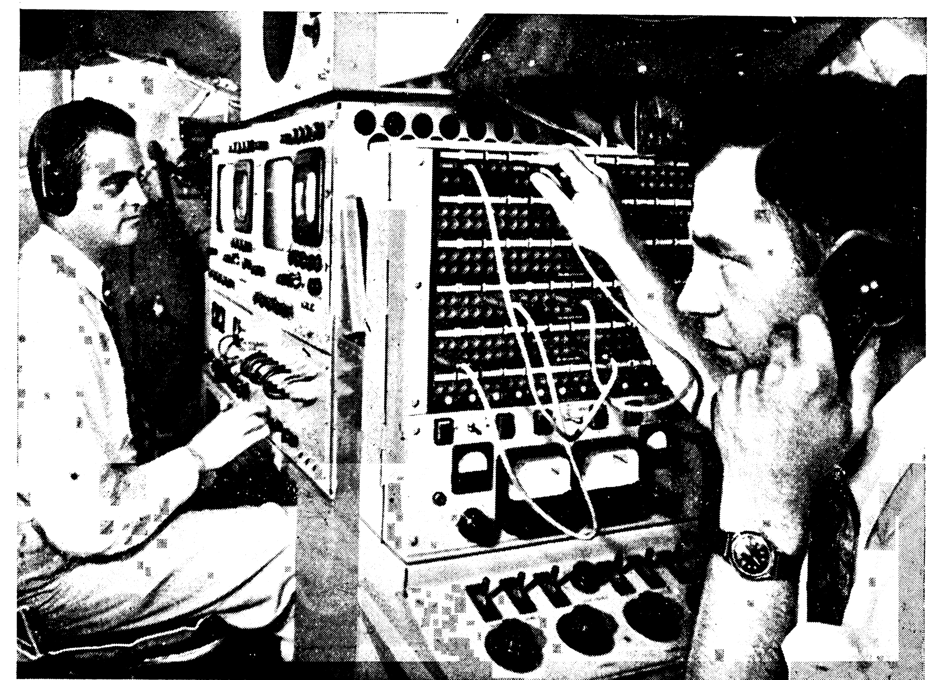
Die Idee des Stratovisionssystems wurde gegen Ende 1944 und Anfang 1947 durch C. E. Nobles aufgegriffen und untersucht. Die volle Entwicklung auf allen Linien begann aber erst, als sich die beiden Großfirmen, die Westinghouse Corp. für den elektronentechnischen und die Glenn L. Martin Comp. für den flugzeugtechnischen Teil, einschalteten. Von der obersten amerikanischen Funkbehörde wurde ein Fernsehkanal (Kanal 6) für die Versuche zur Verfügung gestellt. Die erste öffentliche Vorführung übertrug die republikanische Nationalversammlung aus Washington in westlicher Richtung bis nach Zentral-Ohio. Die Entfernung vom Ausgangspunkt bis zu den in den Randgebieten arbeitenden Empfängern betrug über 800 km. Die Versuchsstation W-1-OWXB — das Stratovisionsflugzeug — nahm die Uebertragung von den Stationen WNBW-Washington und WMAR-TV-Baltimore auf, während es über Pittsburg in einer Höhe von 7600 m kreiste, und strahlte sie über den Bordsender ab. Die Uebertragung erstreckte sich über neun nordamerikanische Staaten. Interessant ist, daß zur fernsehmäßigen Versorgung des angegebenen Gebietes, die durch einen Flugzeugsender erfolgte, nur $^1/_{15}$ der Leistung notwendig war, die von einem am Boden stehenden, ein Gebiet von nur 160 km Durchmesser erfassenden Sender benötigt würde.

Im Augenblick beschäftigt man sich mit dem Plan, eine Martin 2-0-2 mit einem Bruttogewicht von 20 000 kg für Stratovisionszwecke umzubauen. Die 2-0-2 wird 32 Minuten benötigen, um Stationshöhe zu erreichen, und drei Stunden lang in einem Bereich von rund 6 km Durchmesser bei einer verminderten Geschwindigkeit von 300 km pro Stunde kreisen. In das Spezial-Stratovisionsflugzeug soll eine Doppelausrüstung eingebaut werden, um die nötige Zuverlässigkeit zu erzielen. Selbstverständlich ist das Flugzeug mit einer Ueberdruckkabine, einer Enteisungsanlage und allen sonstigen bei Stratosphärenflugzeugen vorhandenen Spezialeinrichtungen versehen.

Es besteht weiters die Absicht, in einem einzigen Flugzeug 4 Fernseh- und 5 FM-Sender einzurichten, um so gleichzeitig 4 Fernseh- und 5 FM-Programme zu übertragen. Weiters ist der Einsatz von Stratovisions-Flugzeugen für Farbfernsehvorführungen geplant.

In Mitteleuropa sind gegenwärtig fast keine Anzeichen, die auf eine baldige Einführung des Fernsehrundfunks schließen lassen, zu bemerken. Es ist ja auch verständlich, daß in einem Gebiet, das durch den vergangenen Krieg ausgeblutet ist, die wirtschaftlichen Voraussetzungen für das Fernsehen oder die Frequenzmodulation schwerlich gegeben sind. Aber — würde nicht gerade das Stratovisionssystem auch für uns die Möglichkeit bieten, mit dem Einsatz verhältnismäßig kleiner Mittel große Gebiete zu erfassen? Es muß ja nicht gleich Fernsehen sein, uns genügt auch schon die Frequenzmodulation. Sicherlich, die Einwände wirtschaftlicher Art sind stichhältig. Wer soll die Mittel aufbringen? Ist die Kaufkraft der Bevölkerung so, daß zusätzlich FM-Empfänger angeschafft werden könnten usw. usw.? Das täuscht uns aber alle nicht über die Tatsache hinweg, daß ein Anfang einmal gemacht werden muß; und wir würden uns wundern, wenn nicht jeder Amateur sich ein einfaches Vorsatzgerät zum Empfang frequenzmodulierter Sender basteln würde. Ein ungeheurer Auftrieb der Amateurbewegung wäre die Folge. Wenn schon nicht der Staat, der ja eigentlich berufen wäre, die Initiative zu ergreifen, dies in die Hand nimmt, so wird sich doch bestimmt eine Großfirma finden, die diese Versuche finanziert. Sie hätte die Möglichkeit, mit verhältnismäßig kleinem Einsatz dadurch einen ungeheuren Reklamefeldzug zu starten ... Und wenn man nicht gleich in die Lüfte steigen will, so sind immer noch unsere heimatlichen Berge vorhanden, auf deren Gipfeln Stationen mit beträchtlicher Reichweite eingerichtet werden könnten. Hier wären die Kosten vielleicht noch geringer. Wann werden wir derartiges erleben? Wir können nur warten und immer wieder warten.

Das „Nervenzentrum" des Stratovisions-Sendesystems. Links sitzend C. E. Nobles, der Erfinder des Stratovisionssystems. Er kontrolliert das Fernsehbild, das vom Stratovisionsflugzeug empfangen und wiedergesendet wird. Rechts Ben Carrol, Konstrukteur in den Glenn-Martin-Flugzeugwerken, an der NF-Mithöreinrichtung



Frequenzmodulierte Vorstufe für Fernseh-Bildsender
Fernseh Bildsender 5kW-Spitzenleistung
Radar-Ausrüstung
Umgebauter Empfänger RCA-630-TS
Ausfahrbare Antenne
Schalttafel der Kraft-Zentrale
FM-Fernsehtonsender
Reserve-Geräte
Ton-Kontroll-pult
Bildkontrollpult (2 Bilder können gleichzeitig empfangen werden)

Hier ist der Grundriß der Stratovisionskabine in der für die Versuchsserie benützten B 29 zu sehen. Die Einrichtung wird von 5 Ingenieuren bedient. Man hofft allerdings, daß beim Stratovisionsbetrieb nur 3 Techniker notwendig sein werden

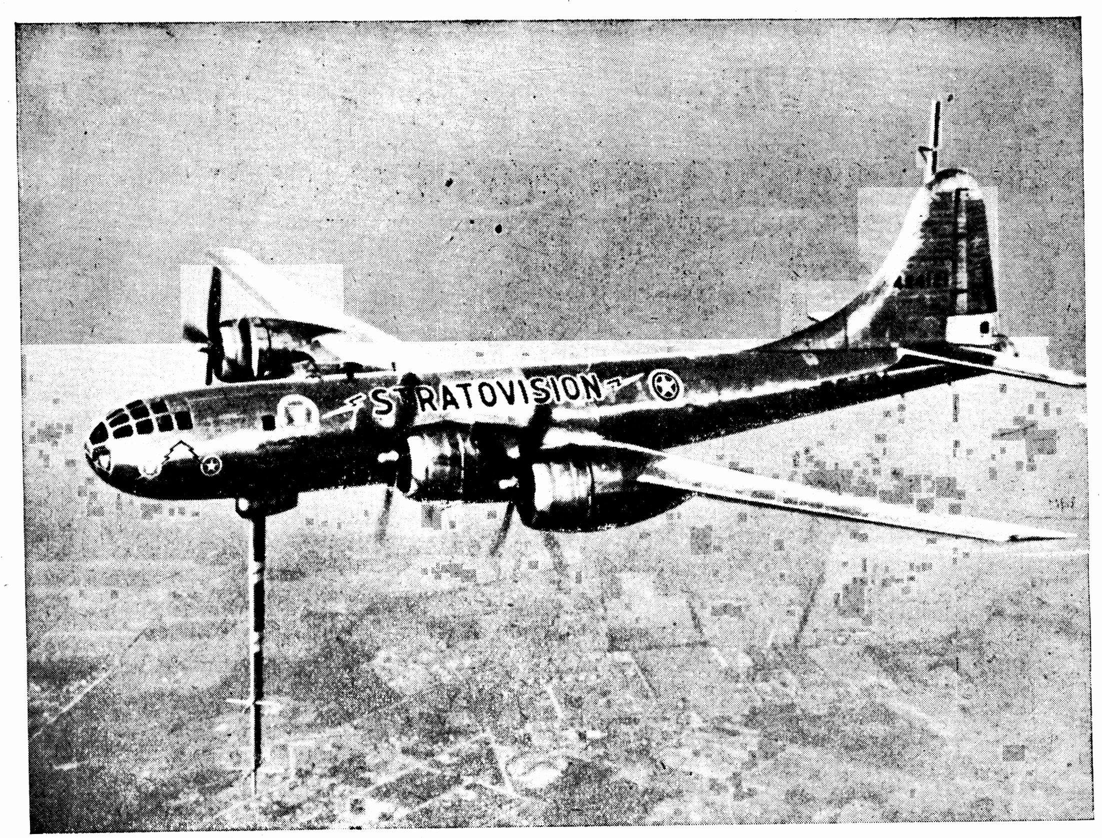
Ansicht der fliegenden Fernsehstation. Es wird eine umgebaute B 29 verwendet. Die in einer Höhe von ungef. 7600 m fliegende Stratovisionsstation ermöglicht einwandfreien Fernsehempfang in einem Bereich mit ungef. 800 km Durchmesser. Die am Heck angebrachte Antenne dient zum Empfang der Bodenstation. Der ausfahrbare Mast unter dem Bug ist die Sendeantenne

STRATOVISION

Skizze des Martin 2-0-2, das zukünftig für Stratovisionszwecke eingesetzt werden soll. Das Flugzeug ist speziell für diesen Zweck gebaut. Der große Kabinenraum der Martin 2-0-2 enthält einen besonderen großen Arbeitsraum, in dessen Zentrum sich die Schalttafeln befinden. Für die gerade außer Dienst befindliche Mannschaft ist ein eigener Ruheraum vorgesehen

N

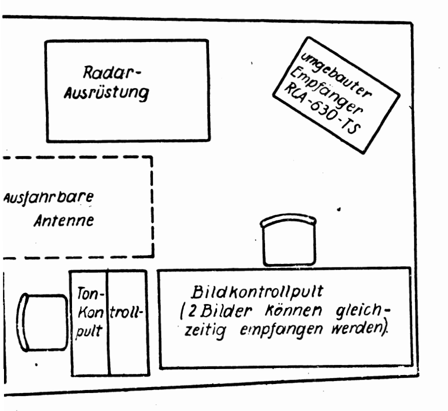
n „das elektron", Heft 7/1948,
1948, Seite 260), daß tatsächlich
ind. Wir sind nun in der Lage,
s gleiche Thema wurde übrigens
berichten, eingehend referiert.



Ansicht der fliegenden Fernsehstation. Es wird eine umgebaute B 29 verwendet. Die in einer Höhe von ungef. 7600 m fliegende Stratovisionsstation ermöglicht einwandfreien Fernsehempfang in einem Bereich mit ungef. 800 km Durchmesser. Die am Heck angebrachte Antenne dient zum Empfang der Bodenstation. Der ausfahrbare Mast unter dem Bug ist die Sendeantenne

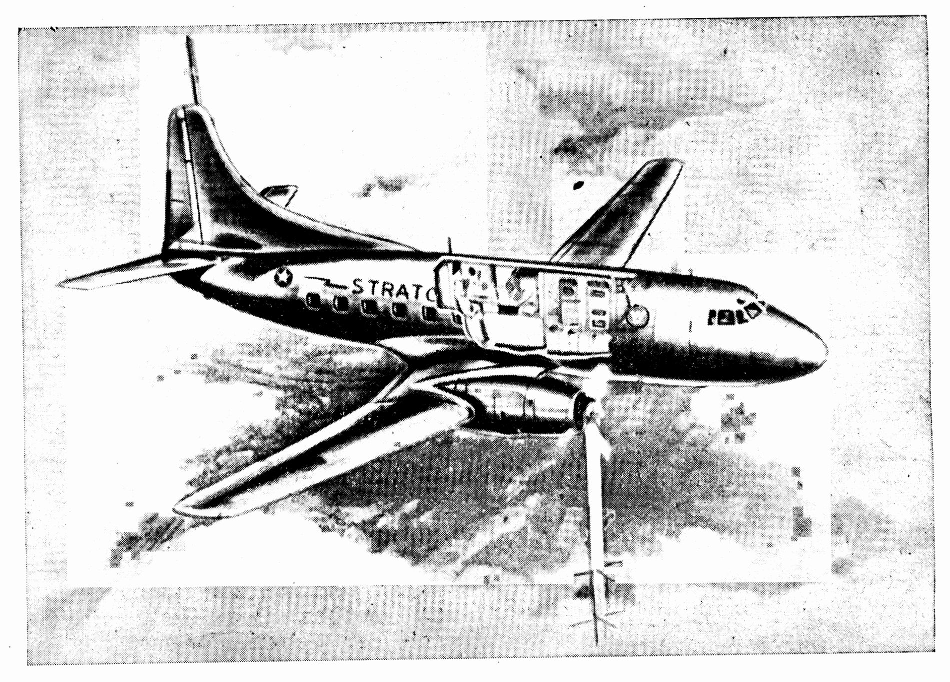
ters ist der Einsatz von Stratovisions-Flugzeugen für Farbfernsehvorführungen geplant.

In Mitteleuropa sind gegenwärtig fast keine Anzeichen, die auf eine baldige Einführung des Fernsehrundfunks schließen lassen, zu bemerken. Es ist ja auch verständlich, daß in einem Gebiet, das durch den vergangenen Krieg ausgeblutet ist, die wirtschaftlichen Voraussetzungen für das Fernsehen oder die Frequenzmodulation schwerlich gegeben sind. Aber — würde nicht gerade das Stratovisionssystem auch für uns die Möglichkeit bieten, mit dem Einsatz verhältnismäßig kleiner Mittel große Gebiete zu erfassen? Es muß ja nicht gleich Fernsehen sein, uns genügt auch schon die Frequenzmodulation. Sicherlich, die Einwände wirtschaftlicher Art sind stichhältig. Wer soll die Mittel aufbringen? Ist die Kaufkraft der Bevölkerung so, daß zusätzlich FM-Empfänger angeschafft werden könnten usw. usw.? Das täuscht uns aber alle nicht über die Tatsache hinweg, daß ein Anfang einmal gemacht werden muß; und wir würden uns wundern, wenn nicht jeder Amateur sich ein einfaches Vorsatzgerät zum Empfang frequenzmodulierter Sender basteln würde. Ein ungeheurer Auftrieb der Amateurbewegung wäre die Folge. Wenn schon nicht der Staat, der ja eigentlich berufen wäre, die Initiative zu ergreifen, dies in die Hand nimmt, so wird sich doch bestimmt eine Großfirma finden, die diese Versuche finanziert. Sie hätte die Möglichkeit, mit verhältnismäßig kleinem Einsatz dadurch einen ungeheuren Reklamefeldzug zu starten... Und wenn man nicht gleich in die Lüfte steigen will, so sind immer noch unsere heimatlichen Berge vorhanden, auf deren Gipfeln Stationen mit beträchtlicher Reichweite eingerichtet werden könnten. Hier wären die Kosten vielleicht noch geringer. Wann werden wir derartiges erleben? Wir können nur warten und immer wieder warten.



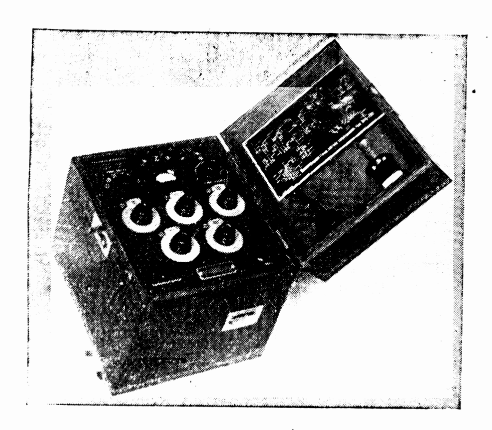
ersuchsserie benützten B 29 zu sehen. Die Einrichtung wird
ratovisionsbetrieb nur 3 Techniker notwendig sein werden

Skizze des Martin 2-0-2, das zukünftig für Stratovisionszwecke eingesetzt werden soll. Das Flugzeug ist speziell für diesen Zweck gebaut. Der große Kabinenraum der Martin 2-0-2 enthält einen besonders großen Arbeitsraum, in dessen Zentrum sich die Schalttafeln befinden. Für die gerade außer Dienst befindliche Mannschaft ist ein eigener Ruheraum vorgesehen

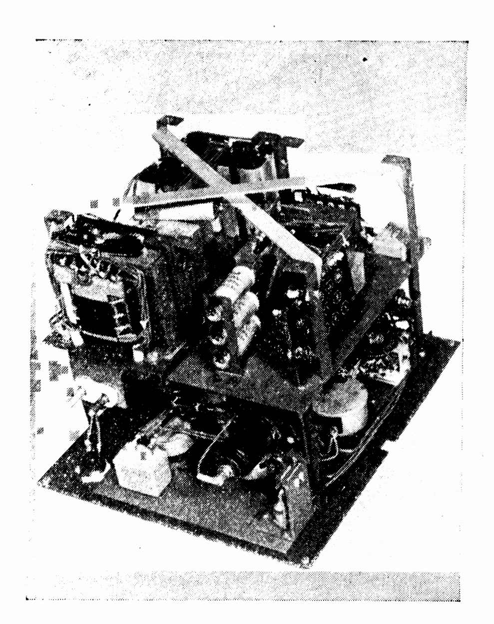


ZWEI PRÄZISIONSMESSGERÄTE

Das in Leipzig (russ. Besatzungszone) während des Krieges neu errichtete Zweigwerk der Firma Opta-Radio AG., ein Nachfolgebetrieb der früheren Firma Loewe-Radio, hat sich auf die Produktion hochwertiger Meßinstrumente spezialisiert, von denen nachfolgend zwei beschrieben werden sollen. Da ein beträchtlicher Teil der Produktion dieses Werkes als Reparationsleistung an Rußland zu liefern ist, werden alle Meßgeräte in zwei Ausführungen hergestellt: einmal mit deutschen Röhren für das Inland und zweitens mit amerikanischen Röhrentypen und russischer Beschriftung für die Lieferung nach dem Osten.



Scheinwiderstands-Meßeinrichtung Type 4103 von Opta, Leipzig (russische Ausführung)



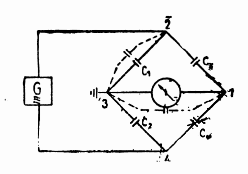
Innerer Aufbau der Scheinwiderstands-Meßeinrichtung von Opta-Radio AG. in russischer Ausführung mit amerikanischen Röhren

Kleinkapazitäts-Meßbrücke Opta, Type 4109.

Diese Meßbrücke dient zur Messung von kleinen Kapazitäten in den folgenden Bereichen:

0,01	—	0,15	pF
0,1	—	1,5	pF
1	—	15	pF
10	—	150	pF
100	—	1000	pF

Die Genauigkeit beträgt zwischen 5 und 20%. Die Brücke besteht aus einer Hochspannungsquelle, die eine Meßfrequenz von 600 kHz liefert, einer Brückenanordnung und einem Röhrenvoltmeter als Nullspannungs-Anzeiger. Die HF-Spannungsquelle ist in kapazitiver Dreipunktschaltung aufgebaut, deren Kapazitäten gleichzeitig die beiden festen Zweige der Brücke C1 und C2 bilden. Die beiden anderen Zweige ergeben sich durch den Normalkondensator Cn und die zu messende Kapazität Cx. Bei abgeglichener Brücke haben 1 und 3 gleiches Potential, damit ist die Verbindung 1—3 stromlos, so daß dadurch auch der Einfluß der Kapazitäten der Anzeigeschaltung auf die Messungen ausgeschaltet ist. Die zu messende Spannung liegt am Gitter des Röhrenvoltmeters und verringert durch Aenderung der Gittervorspannung den Ausschlag des Brückeninstrumentes.



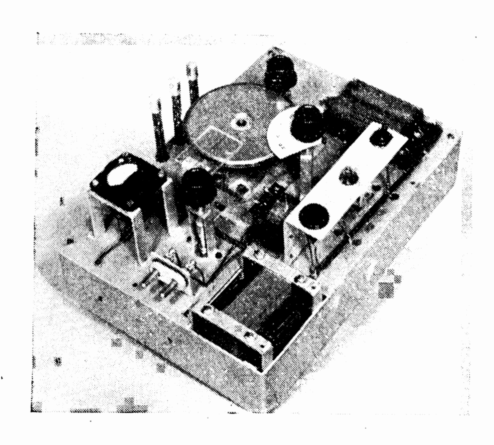
Grundsätzliche Brückenschaltung der Kapazitätsmeßbrücke für kleine Werte von Opta-Radio AG., Leipzig

Scheinwiderstands-Meßgerät Opta, Type 4103.

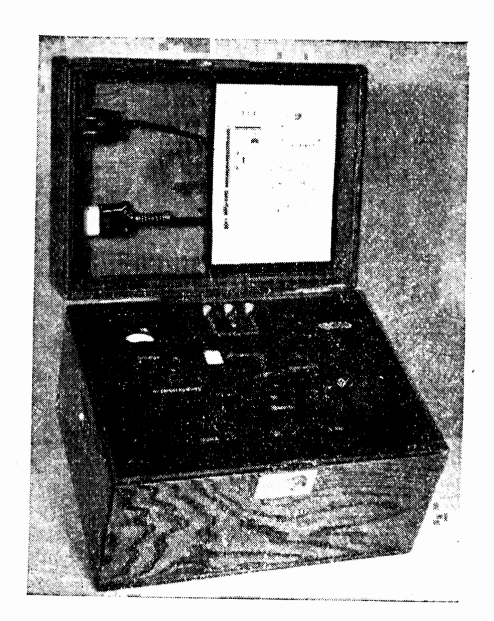
Mit diesem Gerät können Scheinwiderstände von Kondensatoren, Spulen, Drosseln und Transformatoren von 10 Ohm bis 1 Megohm mit einer Genauigkeit von plus-minus 10% gemessen werden. Induktionsfreie Widerstände der gleichen Größenordnungen sind mit derselben Genauigkeit meßbar. Das Gerät arbeitet nach der Substitutionsmethode mit einem *Röhrenvoltmeter* als Anzeiger. Der zu messende Scheinwiderstand liegt in Reihe mit einem der eingebauten Vergleichs-Drehwiderstände über der Meßspannung. Die Verbindungsstelle liegt am Gitter des Röhrenvoltmeters, wobei die Kathode dieser Röhre durch die Meßtaste wechselnd an den Schein- bzw. Vergleichswiderstand gelegt wird.

Für die Messung von Drosseln oder kleinen Kapazitäten mit sehr hohen Scheinwiderständen kann eine Meßfrequenz bis zu 10 kHz von außen zugeführt werden, wobei der angebaute Generator automatisch abgeschaltet wird. Diese Fremd-Meßspannung muß allerdings rein sinusförmig sein und darf nicht größer als 1 V sein, damit Meßfehler vermieden werden. Die Anwendung von zwei einfachen Formeln erlaubt die genaue Bestimmung der Kapazität bzw. der Selbstinduktion des Prüflings, nachdem der Scheinwiderstand gemessen worden ist.

K. T.



Aufbau der Opta-Klein-C-Meßbrücke



Kleinkapazitätsmeßbrücke Type 4109 von Opta-Radio, Leipzig

Dr. F. C. SAIC:

Die Dynamik der elektroakustischen Wiedergabe

Ich habe ein festes Glaubensbekenntnis: In jener (wahrscheinlich noch fernen) Zeit, in der der Ruf nach dem „Empfänger bester Wiedergabe" nachdrücklich werden wird, haben wir Frieden, echten Frieden, und können hoffen, jenes Niveau der Empfänger- und Senderqualität wieder erreicht zu haben, das wir vor Ausbruch des zweiten Weltkrieges schon behaupteten und das heute noch so fern von uns ... in der Zukunft liegt.

Dann wird auch für uns das Zeitalter der Regionalsender mit FM, des Bildfunk, vielleicht sogar das des plastischen Hörens und der Dynamik-Entzerrung anbrechen und vielleicht wird dann auch ein Abstrahler (nicht nur ein Lautsprecher) gefunden worden sein, der, mit einem vernünftigen Wirkungsgrad ausgerüstet, tatsächlich die „Transients" wiedergibt und damit den entscheidenden Schritt zur naturgetreuen Wiedergabe ermöglicht.

Unter den Forderungen, die man an die Uebertragungsgeräte zu stellen hat, welche elektroakustische Sendungen naturgetreu wiedergeben sollen, wurde soeben auch die der Dynamik-Entzerrung genannt. Wenn sie auch bei weitem nicht an erster Stelle steht, so sind die in diesem Gebiete geleisteten Arbeiten sehr zahlreich und schaltungstechnisch interessant, so daß es sich lohnt, eine kleine Uebersicht zu geben. Praktisch können solche Schaltungen vorerst nur bei der Wiedergabe von Schallplatten eingesetzt werden. Auch das Tonkino gibt Möglichkeiten, die, soviel bekannt wurde, auch ausgenutzt werden.

Zunächst sollen einige Grundbegriffe erwähnt werden.

Von den natürlichen „Klangbildern" (Geräusch, Sprache, Musik) kann in diesen Ausführungen nur von jenen musikalischen Charakters die Rede sein. In diesem Sinne stellt das „natürliche Klangbild" etwas durch eine lange Entwicklung Gegebenes dar, das dem augenblicklichen menschlichen Empfinden in größter Annäherung entspricht. Natürlich besteht die Möglichkeit, daß unser heutiges „natürliches" Klangbild Veränderungen in der Zukunft unterworfen sein kann, die auf zwischenzeitlich gewonnene, physikalisch-akustische Erkenntnisse oder auf die rein künstlerische Ausführungsform zurückzuführen sind. Ich erinnere dabei etwa an die elektrischen Musik-Instrumente oder an die atonale Musik, die beide einem Zeitgenossen von Bach sehr schwer verdaulich erschienen wären.

Um nun zu dem Abstrakteren zu kommen:

Auf der internationalen akustischen Konferenz im Frühjahr 1937 wurde der Schalldruck eines Tones von 1000 Hz und 2 μb (Mikrobar) gleichgesetzt einem Lautstärkepegel von 80 Phon. Da 1 dyn/cm² = 1 μb, sind demnach 80 Phon = 2 dyn/cm².

Bedeutet:

- p den Schalldruck — entspricht der elektr. Spannung,
- z den akustischen Scheinwiderstand — entspricht dem elektr. Widerstand,
- s die Schallschnelle — entspricht dem elektr. Strom,

dann gilt das akustische Ohmsche Gesetz in der Form:

$$p = z \cdot s$$

Der akustische Scheinwiderstand ist gegeben durch die Dichte des Mediums und durch die Schallgeschwindigkeit. Er beträgt für

Luft (20°)	41,5	dyn/sec/cm³
Wasserstoff	10,9	dyn/sec/cm³
Wasser	144,10	dyn/sec/cm³

Die akustische Leistung muß also sein:

$$J/cm^2 = p \cdot s \text{ oder } \frac{p^2}{z} \text{ erg/cm}^2 \text{ (p in } \mu b).$$

Da aber 1 Watt = 10^7 erg: wird

$$J/cm^2 = \frac{p\mu b^2}{z} 10^{-7} \text{ Watt.}$$

Da nach der neuen Festsetzung 2 μb = 80 Phon, ergibt sich der „Schwellen"wert ... als 0 Phon des Schalldruckes p_0 zu

$$p_0 = 0 \text{ Phon} = 0{,}0002 \text{ dyn/cm}^2$$

und die Leistung für den Schwellenwert:

$$J_0 = 10^{-16} \text{ Watt} = 10^{-10}\ \mu \text{ Watt.}$$

Das ist eine unvorstellbar kleine Leistung, welche das Gehör noch registrieren kann. Man kann sich vielleicht eine Vorstellung von dem Wunderwerk Gehör machen, wenn wenn man feststellt, daß die Luftteilchen im Gebiete der höchsten Gehörempfindlichkeit, also bei etwa 2000 Hz, nur Amplituden von der Größenordnung von Atomdurchmessern zu machen brauchen, um von dem menschlichen Gehör als Ton von 2000 Hz gerade noch „gehört" zu werden.

Andererseits würden Schwankungen des atmosphärischen Druckes im Rhythmus einer Tonfrequenz um plusminus 8 mm schwerste Gehörschädigungen für die ganze Menschheit bringen.

Der obere Grenzwert der Schallleistung, die ein menschliches Ohr noch ohne Schädigung ertragen kann, liegt bei etwa 140 Phon, so daß sich ein Intensitätsumfang für das „Hören" ergibt, der durch das Verhältnis $1:10^{14}$ hinsichtlich der Leistung und $1:10^7$ hinsichtlich des Druckes dargestellt werden kann.

Um diesen ungeheuren Bereich erfassen zu können, besitzt das Ohr eine logarithmische Lautstärke-Empfindlichkeit, d. h. daß der zehnfach stärkere Ton nur doppelt so laut empfunden wird (Weber-Fechner-Gesetz).

Ueber den Intensitätsumfang musikalischer Darbietungen, die hier ja nur besprochen werden sollen, liegen eine Reihe von Untersuchungen vor. (K. W. Wagner: Pr. Ak. d. W. 1932; Kl. Ph. Math. S. 372; Sivian, White u. Dunn: Ac. J. 12, S. 611, 1931; Lueder: W. V. S 9, S. 167, 1933 u. a. m.)

Selbstverständlich erreicht der Intensitätsumfang musikalischer Dar-

bietungen niemals die Grenzwerte des Hörens. Diese Untersuchungen wurden nun sowohl an Einzel-Instrumenten als auch an Orchestern durchgeführt. Bestimmt wurde neben der absoluten Schallstärke auch die Verteilung auf die einzelnen Frequenzbänder. Uns interessieren hier nur die Intensitätsspitzen, welche während einer bestimmten Zeit auftreten. Wird beispielsweise so eine Intensitätsspitze durch einen Trommelschlag erzeugt, dann wird das gesamte Klangbild innerhalb des betrachteten, genügend kleinen Zeitraumes nur durch diesen bestimmt. Das heißt: Verändert man den Schallstärkewert des Trommelschlages bei der Uebertragung des Klangbildes, dann verändert man nicht nur die ursprüngliche Dynamik, sondern den gesamten Klangcharakter der Originaldarbietung. In diesem Sinne bedeutet also die Dynamik-Veränderung eine Verzerrung.

Der höchste Schalldruck eines Paukenschlages wurde zu etwa 1300 µb gemessen. Die geringste, für ein Konzert noch zulässige Lautstärke wurde bei einer Geige in 1 m Entfernung mit 0,5 µb Schalldruck festgelegt. Damit ergibt sich also eine Schalldruckdifferenz von 1:3000.

Die Möglichkeit, die Dynamik eines Klangbildes originaltreu wiederzugeben, ist sowohl empfangs- als auch senderseitig nicht gegeben. Auf der Empfangsseite kann die Leistung nicht beliebig gesteigert werden, weil man — abgesehen von dem dann revoltierenden Nachbarn — zufolge des schlechten Wirkungsgrades unserer Lautsprecher zu untragbaren elektrischen Leistungen kommen müßte. — Der Zusammenhang zwischen Schalldruck und elektrischem Aufwand ist durch die folgende Beziehung gegeben:

$$N = 6 \cdot A \cdot p^2 \cdot x \, 10^{-6} \text{ Watt}$$

N = die erforderliche Tonfrequenzleistung in Watt,

p = der Schalldruck in µb,

x = der Wirkungsgrad des Lautsprechers,

A = die Gesamtabsorption des Raumes.

Dabei ist $A = 0{,}164 \cdot V/T$ (V = Volumen des Raumes, T = Nachhallzeit).

Für einen Raum von 80 m³ Inhalt bei einer Nachhallzeit von 0,8 sec und einem durchschnittlichen echten Wirkungsgrad des Lautsprechers von ... 1% ... wird die Leistung:

$$N = \text{ca } p^2 \cdot 10^{-2} \text{ Watt.}$$

Für eine mittlere Lautstärke von 80 Phon = 2 µb erhält man die bekannte Bezugsleistung von etwa 40 mW. Steigt nun beim Fortissimo der Schalldruck auf 150 µb, dann müßte der Verstärker 225 Watt liefern.

Senderseitig muß man Unterschiede nach der Art der Uebertragung machen. Bei Sendern ist die höchstmögliche Dynamik durch die größtmögliche Aussteuerung gegeben. Erfahrungsmäßig gibt eine Sendermodulationsspannung von 1% ein noch gerade gut hörbares Piano. Die andere Grenze liegt im besten Falle bei 80%, wenn man den Nebensender nicht arg bedrängen will. Daher erhält man einen optimalen Lautstärkeunterschied von etwa 40 db.

Bei besten Schallplatten kann man vielleicht mit 30—40 db rechnen, gewöhnlich ist die Dynamik viel geringer.

Man muß also die Dynamik des natürlichen Klangbildes einengen. Obzwar die vorliegenden Ausführungen hauptsächlich die Expansion behandeln sollen, sei auch kurz auf die

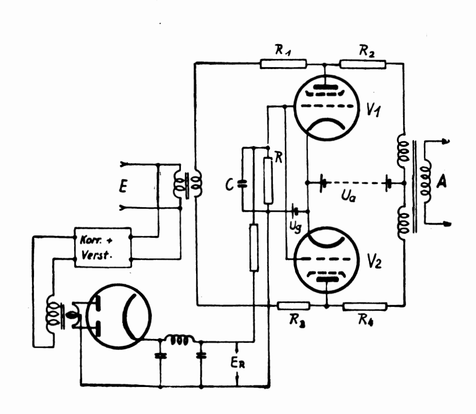


Abbildung 1: Grundsätzliche Schaltung einer automatischen Kompressor-Schaltung

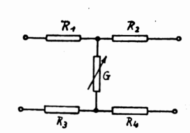


Abbildung 2: Ersatzbild für die Schaltung nach Abbildung 1

Kompression (Dynamikeinengung) eingegangen. Wichtig ist bei dieser die Wahl des mittleren Lautstärkepegels. Sieht man beispielsweise die Grenzwerte der Dynamik als maßgeblich an, so wird bei Wahl des oberen Grenzwertes der mittlere Lautstärkepegel sehr hoch liegen. Wählt man den unteren Grenzwert, dann liegt die mittlere Lautstärke zu tief. Normalerweise hilft man sich durch Empfangsversuche, mit deren Hilfe dann ein mittlerer Pegel festgelegt bzw. durch den Tonmeister von Hand eingeregelt wird. Die Einengung kann automatisch oder aber durch Handbetrieb durchgeführt werden. Immer wird es aber notwendig sein, Korrekturgeräte zu verwenden, um die bei der Einengung unweigerlich auftretenden Verzerrungen abzuschwächen.

In der Abbildung 1 ist die grundsätzliche Schaltung eines automatischen Kompressors angegeben, während Abbildung 2 das Ersatzbild für die Schaltung nach 1 zeigt.

Das Dämpfungsglied G in der Abbildung 2 stellt den Innenwiderstand der im Gegentakt geschalteten Röhren V_1 und V_2 dar. Der Zweck der Gegentaktschaltung wird später eingehend begründet werden. Vom Eingang E der Schaltung wird das Steuergerät parallel gespeist. Es besteht in der Hauptsache aus dem schon erwähnten Korrekturgerät, einem Verstärker und einem streng linear arbeitenden Gleichrichter. Die Verstärkerschaltung dient dazu, um eine vollkommen lineare Gleichrichtung sicherzustellen und eine hohe Regelspannung zu erzeugen, die den Innenwiderstand in den beiden Gegentaktröhren V_1 und V_2 in dem gewünschten weiten Regelbereich ändert. Der Gleichrichter hebt nun von der NF-Modulationsspannung, die an E wirksam ist, die Einhüllende, das sind die mittleren Lautstärkeunterschiede, ab und führt sie über eine entsprechende Siebdrossel den Gegentaktröhren zu. Durch genau geregelte RC-Glieder erhält dann die Schubspannung eine höchstzulässige Zeitkonstante, auf die noch öfters zurückgekommen wird.

Bei auftretenden hohen Regelspannungen, d. h. großen Lautstärken, wird die feste negative Vorspannung (ug) kompensiert, damit werden die Innenwiderstände kleiner und entsprechend Abb. 2 verringert sich im gleichen Maße der Arbeitswiderstand der ganzen Schaltung, d. h. es kommt zur Dynamikeinengung.

Normalerweise arbeiten nun diese Schaltungen so, daß bei einer Vergrößerung der Eingangsleistung von etwa 0,18 Watt auf 5,6 Watt die Ausgangsleistung nur von 1 Watt auf 5,6 Watt steigt. Die Einengung beträgt dann also etwa 1000:178 oder 5,6:1.

Automatisch arbeitende Kompressoren sind in Europa für Sender nicht in Gebrauch, wohl aber für Schallplatte und Tonfilm. Es fragt sich nun, warum man sie nicht für den Rundfunk verwendet.

Die im Sender und am Empfänger auftretenden Lautstärkeverzögerungen addieren sich. Bei geschickter Handbedienung durch einen erfahrenen Tonmeister können diese Verzögerungen nahezu eliminiert werden. Bei der Automatik ist das nicht möglich.

Wesentlicher noch ist, daß die Wiedergabe eines dynamikgeregelten Senders durch einen nicht dynamikgesteuerten Empfänger nicht mehr

einwandfrei ist. Abbildung 3 zeigt das. Zur Zeit t (Kurve a, welche das natürliche Klangbild darstellt) sollte die Lautstärke zunehmen. Daher beginnt der Tonmeister (Kurve b) schon zur Zeit t' mit der Vorregelung, derart, daß er vor dem ihm aus der Partitur genau bekannten Anstieg mit

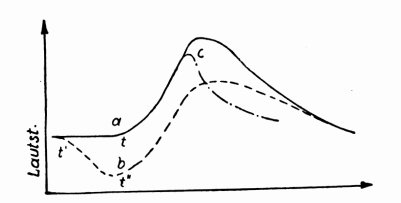


Abbildung 3: Wirkung der Dynamik-Regelung
a = natürliches Klangbild,
b = Handregelung
c = automatische Regelung

der Lautstärke zurückgeht, um dann bei t" mit der Anschwellung zu beginnen. Man erkennt, daß er dem Lautstärkeanstieg gut folgen kann. Umgekehrt wird er vor dem Absinken der Lautstärke im natürlichen Klangbild zunächst mit der Lautstärke höher gehen, um eine entsprechende Dynamikerweiterung zu erreichen.

Wird nun die Sendung automatisch geregelt und durch einen nicht geregelten Empfänger empfangen, dann erhält man Kurve c. Durch die Trägheit der Systeme entsteht eine resonanzartige Kurve, die dem Lautstärke-Verlauf überhaupt nicht mehr entspricht und empfangsseitig außerordentlich störend empfunden wird.

Ausgeführte Empfängerschaltungen.

Die Abbildung 4 zeigt eine Möglichkeit, die Kontrastwirkung der Wiedergabe auf einfachstem Wege zu vergrößern. Den Schaltungen haftet aber der Nachteil an, daß sie außerordentlich träg sind.

Die Arbeitsweise ist leicht erklärt: Steigt die Arbeitsspannung in der Sekundärwicklung des Ausgangstransformators, dann fließt ein höherer tonfrequenter Strom. Die Lämpchen kommen zum Glühen und stellen Elemente von wesentlich vergrößertem Widerstand dar. Dadurch treten an den Brückenpunkten, welche zur Schwingspule führen, höhere Spannungen auf. Das wirkt sich so aus, daß bei ansteigender Lautstärke diese weiter gesteigert wird. Derartige Schaltungen sind häufig auch in Verbindung mit Gegenkopplungsschaltungen ausgeführt worden, konnten sich aber niemals allgemeiner einbürgern, weil trotz der höheren Kontrastwirkung das Klangbild verschwommen und — durch die Trägheit des Systems bedingt — stark verändert wiedergegeben wird. Für anspruchsvollere Hörer ist das keineswegs eine befriedigende Lösung.

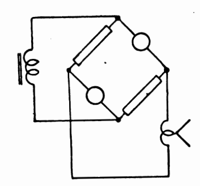


Abbildung 4: Dynamik-Regelung (bis ca. 20 db) durch spannungsveränderliche Widerstände, z. B. Lämpchen (als Kreis gezeichnet)

Bei den vollwertigen Dynamik-Erweiterungs-Schaltungen kann man zwei Hauptgruppen unterscheiden:

1. Durch entsprechende Regelspannungen werden Regelröhren in ihrer Steilheit beeinflußt. Die Regelspannung entsteht durch Gleichrichtung des niederfrequenten Empfangs-Signales und stellt ursprünglich die Einhüllende der Modulationskurve dar. Durch sorgfältig gewählte RC-Glieder werden Zeitkonstante für die zeitliche Regelung und für die notwendige Verzögerung geschaffen. Als Röhren kommen vorzüglich Pentoden in Frage.

2. Entsprechende Regelspannungen verändern in Trioden die Innenwiderstandswerte. Dieser veränderliche Innenwiderstand stellt den Arbeitswiderstand der ganzen Schaltung dar und dieser schwankt im Rhythmus der durch sorgfältig gewählte RC-Glieder abgestimmten, als Gittervorspannung zugeführten Regelspannung.

Vorbedingungen.

Kompression und Expansion sollten stets nach derselben Röhrenkennlinie erfolgen. Werden Schaltungen der Gruppe 1 verwendet, dann sind Gegentaktschaltungen zur Unterdrückung der zweiten Harmonischen erforderlich. Ueberdies unterdrücken diese Schaltungen bei raschem Wechsel des Arbeitswiderstandes (bei Trioden) auftretende Knackgeräusche.

Die Gleichrichtung in der Kompressionsschaltung muß absolut linear sein, weil sonst beim Auftreffen kleiner Spannungen an der Diode Verzerrungen unvermeidlich sind. Man muß daher stets mit großer Verstärkung arbeiten und die Gleichrichtung in Vollwegschaltung ausführen, weil die Modulationseinhüllende durchaus nicht symmetrisch liegen muß.

Für den Verstärker gilt als unabdinglich, daß die Verstärkung der Eingangssignale linear erfolgt. Für Schaltungen nach Gruppe 1 müssen, um Verzerrungen zu verhindern, die geraden Stücke der Steilheitskennlinie zur Verwendung kommen oder die Kennlinie selbst ist durch entsprechende Schaltungsmaßnahmen zu linearisieren.

Vor allem muß auch der mittlere Lautstärkepegel richtig liegen. Abbildung 5 zeigt die Verhältnisse. Der Pegel müßte hier zwischen b und c liegen. Liegt der Pegel zu tief, dann wird die Regelspannung zu klein und die Verstärkung wird sich stets auf der Kurve a—b bewegen. Wird die

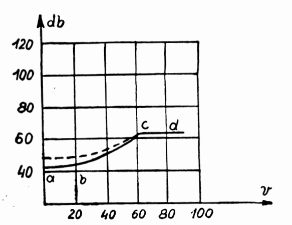


Abbildung 5: Der Einfluß des mittleren Lautstärkepegels auf die Dynamikentzerrung

mittlere Lautstärke zu hoch gelegt, dann hält sich die Verstärkung auf dem höchsten Wert, nämlich auf dem Kurvenast c—d. Das Signal kann dagegen sehr klein werden, ohne daß sich dabei die Dynamik ändert. Das heißt, daß eine gemeinsame Regelung notwendigerweise falsch arbeitet. Man muß also stets für die Signalregelung **und** für die Expansionsregelung je eine getrennte Regelschaltung vorsehen. Die Abnahme der Regelspannung darf niemals an einem Punkt erfolgen, der in irgend einer Form oder Art von der Verstärkung der Regelröhre abhängig ist.

Die Bemessung der RC-Glieder muß so getroffen werden, daß sie keinesfalls die tiefsten übertragenen Frequenzen beeinflussen. Andererseits soll natürlich die Regelung so rasch erfolgen, daß sie den mittleren Lautstärkewerten folgen kann. Die durch die Zeitkonstante entstehende Verzögerung ist notwendig. Um das sofort einzusehen, braucht man sich nur vorzustellen, was geschehen würde, wenn man beispielsweise ein Tremolo ohne Verzögerung regeln würde. Ist die Verzögerung aber zu groß, dann kann es geschehen, daß die dynamischen Verhältnisse der Originaldarbietung genau in das Gegenteil umgekehrt werden.

Bei einem praktischen Versuch ist folgendes geschehen:

In Beethovens Neunter, im Scherzo, ist eine Paukenstelle (molto vivace) zu finden, in dem einem Paukenschlag, der sehr stark ist und das Tonbild beherrscht, drei wesentlich tiefer liegende schwächere Paukenschläge folgen. Durch die zu langsam arbeitende Regelspannung ertönte ein schwacher Paukenschlag, gefolgt von drei dröhnenden Donnerschlägen, die noch dazu in hoffnungslos falscher Tonlage waren.

Ein starker, einzelner Paukenschlag stellt sich graphisch so dar (siehe etwa Abbildung 3), daß einem sehr

(Fortsetzung auf Seite 370)

(Fortsetzung von Seite 361)

6-KREIS-WECHSELSTROM-SUPER „ISAR“

Die erstgenannte Anordnung hat zweifellos den Vorteil, daß sich die Gesamtverdrahtung bzw. Schaltung sehr leicht überblicken läßt, weil sämtliche zu einer Röhre gehörenden Bauelemente unmittelbar über der Röhrenfassung liegen. Abbildung 9 veranschaulicht eine derartige Verdrahtung. „Heiße Kreisenden“, besonders die der Zwischenfrequenz-Bandfilter, dürfen nicht dicht miteinander parallel und auch nicht dicht an geerdete Teile geführt werden. In ersterem Falle würde sich zusätzlich zur induktiven Kopplung der Bandfilterkreise noch eine kapazitive Kopplung ergeben, welche den Kopplungsfaktor der Bandfilterkreise und damit die Bandbreite verändert.

Die Gitterleitungen zu sämtlichen Röhren sind abgeschirmt. Für die Gitterkappenanschlüsse sind genügend weite Abschirmschläuche zu verwenden, damit nicht durch eine große Kapazität zwischen Leiter und geerdeter Abschirmung unnötig hohe Verluste entstehen.

Für die Gitterleitungen der Vorverstärkerröhre EF 9 und die der Endstufe wurde ein ziemlich weiter Abschirmschlauch verwendet, in welchem sich teilweise die Kondensatoren C_{24} und C_{25} unterbringen lassen. Die Widerstände R_{12} und R_{13} befinden sich unter der Abschirmkappe der EF 9. Der Kondensator C_{27} ist ebenfalls abgeschirmt.

Bei Endröhren mit großer Steilheit besteht immer Gefahr, daß ultrakurzwellige Störschwingungen auftreten, die dadurch hervorgerufen werden, daß über die Gitter-Anodenkapazität eine Rückkopplung auf den Gitterkreis stattfindet. Derartige Ultrakurzschwingungen müssen unterdrückt werden, weil sie, ganz abgesehen von Verzerrungserscheinungen, leicht zu einer Zerstörung der Röhre führen können. Der Widerstand R_{17} im Gitterkreis der Endröhre verhindert dies. Er muß unmittelbar am Steuergitteranschluß liegen und ist deshalb in der Gitterkappe der Endröhre untergebracht. Wegen Kurzschlußgefahr darf das Ueberziehen mit Isolierschlauch der Widerstände, welche unter der Gitterkappe montiert werden, nicht vergessen werden! An Stelle des Widerstandes R_{17} kann auch ein Widerstand R_{21} von höchstens 200 Ohm direkt an der Röhre in die Schirmgitterleitung gelegt werden.

Besondere Aufmerksamkeit ist auf den gemeinsamen Erdungspunkt der Mittelanzapfung der Anodenwicklung des Netztransformators, seiner Heizwicklung und des Lade- und des Siebkondensators usw. zu richten. Erst durch diese Maßnahme wird eine wirklich ganz zuverlässige Siebung erreicht. Sofern gute Papierwickelkondensatoren als Lade- bzw. Siebkondensatoren verwendet werden, ist eine Kapazität von je 8 uF für eine gute Brummfreiheit völlig ausreichend. Werden Elektrolytkondensatoren benutzt, dann sind je 16 uF notwendig.

Der Klangfarbenregler stellt einen Reihenresonanzkreis dar, welcher aus dem Festkondensator C_{31} und dem veränderlichen Widerstand R_{22} gebildet wird und welcher wechselstrommäßig parallel zum Außenwiderstand der Endröhre liegt. Es wird also durch ihn der wirksame Außenwiderstand und somit die Spannungsverstärkung entsprechend der Einstellung von R_{22} beeinflußt. Dies gilt vor allen Dingen für kleine Werte von R_{22} und hohe Frequenzen. Es findet dann eine Bevorzugung der niederen Frequenzen statt, während die hohen Frequenzen eine Schwächung erfahren.

Die verwendete Abstimmanzeigeröhre wird hier und dort vielleicht etwas schwierig erhältlich sein. Für ein zweites, nach diesem Muster gefertigtes Gerät wurde eine UM 4 verwendet. Infolge der höheren Heizspannung mußte eine Zusatzwicklung von 6,3 Volt auf dem Netztransformator aufgewickelt werden. Da für die 6,3-V-Heizwicklung für die „roten“ Röhren 24 Windungen auf dem Transformator aufgebracht waren, wurden weitere 24 Windungen mit einer Drahtstärke von 0,25 mm CUL in gleichem Windungssinn auf den Wickelkörper gegeben. Beide Wicklungsenden wurden hintereinander geschaltet, so daß für die Heizung der UM 4 der geerdete Anfang der Gesamtwicklung mit 48 Windungen bei 12,6 Volt zur Verfügung stehen. Die Zusatzwicklung ließ sich noch ganz bequem auf dem Wickelkörper aufbringen.

Lautsprecheranschluß.

Der Lautsprecher ist ein permanentdynamischer 4-W-Lautsprecher. Für den Anschluß eines zweiten Lautsprechers ist ein Anschlußbuchsenpaar vorgesehen. Um wahlweise mit dem eingebauten oder mit dem Zusatz-Lautsprecher oder auch mit beiden hören zu können, wurde eine Anordnung geschaffen, welche es gestattet, jeden Lautsprecher, auch wenn sich einer im anderen Raume befinden sollte, dort ausschalten zu können, ohne daß sich der Gesamtanpassungswiderstand ändert. Voraussetzung hierbei ist allerdings, daß zwei Lautsprecher mit gleicher Belastbarkeit und ebenso gleicher Schwingspulen-Impedanz gewählt werden. Außerdem darf die Anschlußleitung für den Zusatzlautsprecher nicht zu lang sein, bis 25 m dickdrähtig, da anderenfalls in dem ohmschen Leitungswiderstand ein erheblicher Energieverlust stattfindet.

Der Anpassungsübertrager hat eine Sekundär-Impedanz von 12 Ohm. Die Schwingspulen-Impedanz eines jeden Lautsprechers beträgt 6 Ohm. Nach Abbildung 10 sind beide Lautsprecher oder deren Ersatzwiderstände

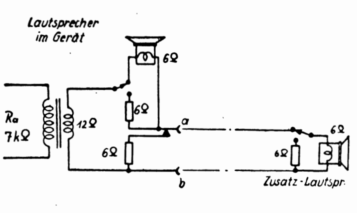


Abbildung 10

in Reihe angeschaltet, so daß der Gesamtanpassungswiderstand von 12 Ohm gewahrt bleibt. Die Schaltanordnung wurde so getroffen, daß sich beim Einstecken der Anschlußleitung für den Zusatzlautsprecher in die Buchsen a—b durch die Schaltbuchse a der Ersatzwiderstand automatisch abschaltet.

Da der Gleichstromwiderstand der Schwingspule etwa 4,6 Ohm beträgt, müssen die Ersatzwiderstände ebenfalls diese Größe haben, sie wurden mit 4,5 Ohm bemessen.

Der Zwischenfrequenz-Verstärker wurde mit einem Quarzoszillator abgeglichen. Der Zwischenfrequenz-Saugkreis muß auf minimalste Winkelung der Abstimmanzeigeröhre einreguliert werden.

Der übrige Abgleich wurde ohne Zuhilfenahme eines Meßsenders vorgenommen, und zwar wurden für den Dreipunktgleichlauf folgende Frequenzen von Großsendern gewählt:

Mittelwellen

C-Abgl.	München	100 kW	1249 kHz
L-Abgl.	Leipzig	100 kW	785 kHz
Cs-Abgl.	Stuttgart	100 kW	574 kHz

Für den Zweipunkt-Abgleich auf dem Kurzwellenbereich wurde der

C-Abgleich, 19-m-Band

München 100 kW 15105 kHz

L-Abgleich, 48-m-Band

München 100 kW 6080 kHz

vorgenommen.

Beim Abgleich des Kurzwellenbereiches, speziell beim C-Abgleich, muß gut Obacht gegeben werden, daß nicht auf die Spiegelwelle abgeglichen wird.

Bereits nach viermaliger Hinundherregelung auf dem hohen und niederen Frequenzpunkte war das Maximum erreicht. Als Indikator diente selbstverständlich die Abstimmanzeige-Röhre.

Wie im einzelnen beim Abgleich vorzugehen ist, braucht wohl an dieser Stelle nicht erörtert zu werden, da derartige Anleitungen schon mehrfach veröffentlicht wurden, u. a. auch im Heft 8/9 1947 des „elektron".

Neue Formen bekannter Röhren

Seit 1939 galten die Telefunken-Stahlröhren in ihrer bekannten Ausführung als eine der besten Röhrenserien in Europa. Sie sind in vielen Millionen Stück auch im Ausland verbreitet worden und es ist daher erfreulich, daß diese bewährten Typen auch heute noch zu haben sind. — Sofort nach dem Zusammenbruch im Jahre 1945 begann Telefunken in seinem neuen Röhrenwerk in Ulm an der Donau (amerikanische Zone) mit den Vorbereitungen zur Herstellung des bekannten U-Röhrensatzes für 100 mA Heizstrom (UCH 11, UBF 11, UCL 11, UY 11). Allerdings stellte es sondern vielmehr senkrecht auf einem Preßglasteller anordnete. Auch hierbei sind die Zuleitungen sehr kurz, es änderten sich lediglich einige Kapazitätswerte gegenüber der Stahlausführung um ein geringes, trotzdem sind beide Ausführungen gegeneinander austauschbar. Der Preßteller hat einen Durchmesser von 30 mm, er kann ohne Schwierigkeiten mit dem bekannten Stahlröhrensockel mit 35 mm Durchmesser versehen werden.

Bei der UCH 11 in Glasausführung (Abbildung 1) liegt das Triodensystem oberhalb des Hexodensystems, wo-

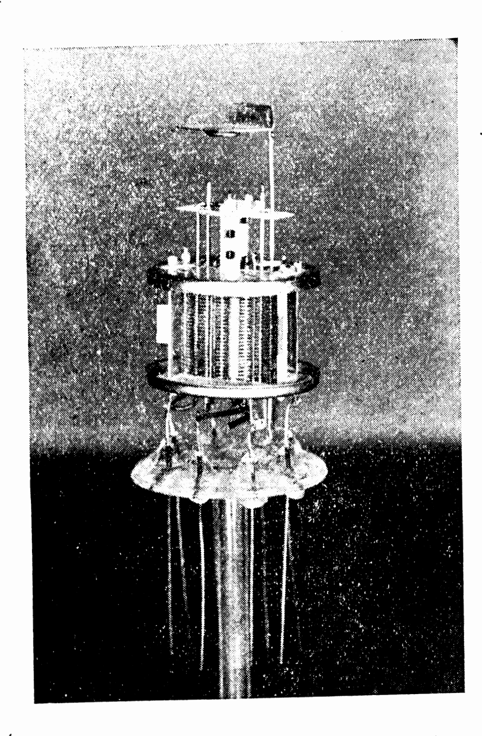


Abbildung 1: Systemaufbau der neuen Telefunken-Röhre UCH 11 g



Abbildung 2: UBF 11 g in Glasausführung

sich sehr bald heraus, daß es nicht möglich war, die erforderlichen umfangreichen und komplizierten Fabrikationseinrichtungen für die Stahlröhrenherstellung fristgemäß herbeizuschaffen. Man entschloß sich daher, die beiden Stahlkolben-Röhren UCH 11 und UBF 11 mit einem Glas-Kolben unter weitgehender Beibehaltung aller Daten zu versehen.

Die Umkonstruktion kann an Hand der beigegebenen Abbildungen erkannt werden. Abb. 1 zeigt, wie man den Systemaufbau nicht waagrecht, wie bei der Stahlröhrenausführung,

bei der Anschluß zur Trioden-Anode durch das Hexodensystem hindurch zum Sockel geführt ist. Die neue Ausführungsform der UBF 11 trägt ihre beiden Diodensysteme unterhalb des Pentodensystems, dessen Steuergitter zwecks Entkopplung gegenüber den Dioden innerhalb einer Abschirmrinne zum Preßteller geführt werden.

Zur Unterscheidung tragen die Typenbezeichnungen der neuen Röhren ein „g", also UCH 11 g und UBF 11 g. Die UCL 11 und UY 11 entsprechen genau ihren Vorgängern. K.T. (Emden)

● Die Radiostation WBRC wird die leistungsfähigste FM-Station der Welt nach dem Einbau eines 50-kW-RCA-FM-Senders und einer 8teiligen FM-Antenne werden. Die Birmingham-Station, die nun auf einem 5-kW-FM-Sender arbeitet, wird eine der ersten Stationen der Welt sein, die einen der neuen 50-kW-FM-Sender erhält. Der Sender wird, vermutlich in Verbindung mit einer Spezial-Antenne, ein Signal mit einer effektiven Leistung von 546 kW ausstrahlen. WBRC schloß auch einen Vertrag für einen 5-kW-RCA-Fernsehsender (Modell TT-5A). Die Station ist im Besitz von Eloise H. Hanna, einer der wenigen weiblichen Senderbesitzer in USA, der sowohl die Radio- als auch die Fernsehstation gehört.

● Die gesamte japanische Elektrizitätserzeugung aus Wasserkraft- und Wärmekraftwerken war 1947 30 257 GWh (1 GWh = 1 Million kWh), ungefähr gleich der Gesamterzeugung von 1939 und um 85% über den Ziffern von 1930 bis 1934. Ein Plan zielt auf eine Erzeugungsziffer von 33 000 GWh im Fiskaljahr 1948/49, was aber nur bei einem normal nassen Sommer und entsprechender Kohlenförderung möglich sein wird.

● Für die Ausgestaltung eines Nachrichten-Verbindungsnetzes mit den Empfängern am Boden und in der Luft werden in Ostafrika in Kürze 48 Marconi-Kurzwellensender aufgestellt. Sie werden hauptsächlich dem sich ausdehnenden Flugverkehr und administrativen, öffentlichen und meteorologischen Diensten zur Verfügung stehen. Es wurden hiezu zwei der letzten Sendertypen der Chelmsford-Werke der Marconi Wireless Telegraph Co. ausgewählt: ein 200-Watt-Sender mit einem Frequenzbereich von 1,5 bis 23 MHz und ein 100-Watt-Gerät für 1,5 bis 13 MHz. Die Sender wurden u. a. mit Kristallsteuerung und Schnell-Umschaltung auf eine der sechs Betriebsfrequenzen ausgerüstet.

● Zwei amerikanische Firmen führten Versuche an Glasfasergeweben durch, die mit Silikonharz getränkt waren. Das Gewebe verträgt eine einwöchige Erhitzung auf 250°, ohne daß eine der elektrischen Eigenschaften sich merklich ändert. Bei Erhitzen bis zum Schmelzpunkt des Weichlotes trat auch kein Durchschlag auf. Das spezifische Gewicht ist ungefähr das gleiche wie von Magnesium. Als Anwendungen kommen in Betracht: Motoren, Schalter, Induktionserhitzer, HF-Oszillatoren, Handgriffe von Schweißbogen-Elektroden, unverbrennbare Teile von Gegenständen, die der Brandgefahr ausgesetzt sind.

(Fortsetzung von Seite 367)

Die DYNAMIK der elektroakustischen WIEDERGABE

starken Kurvenanstieg eine langsamere Verflachung folgt. Diese Charakteristik muß kopiert werden, was dadurch geschieht, daß der den Sammelkondensator in der Duodiode aufladende Widerstand (das ist der Innenwiderstand der Röhre) klein im Verhältnis zum Belastungswiderstand sein muß.

Schaltungen der Gruppe 1.

Eine Schaltung mit Steilheitsregelung zeigt die Abbildung 6. — Die Schaltung rührt von Philips her und soll sich bewährt haben. Das Signal, welches von einem Tonabnehmer kommt, wird über einen Regler der Regelröhre AF 3 zugeführt. Diese Röhre erhält eine feste und eine veränderliche Vorspannung, welche von der mittleren Lautstärke abhängig ist. Der Grad der Expansion kann

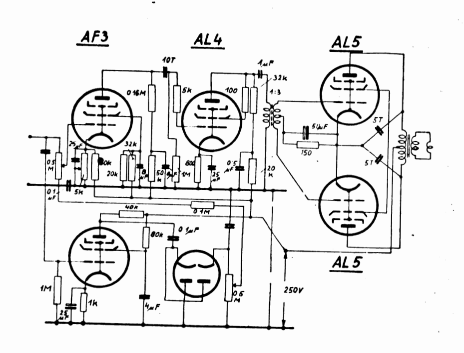


Abbildung 6: Laboratoriumsschaltung einer Industriefirma mit 15 Watt Ausgangsleistung

eingestellt werden. Da die AF 3 wegen der kompensierenden Regelspannung stark negativ eingestellt ist, d. h. eine hohe negative Vorspannung erhält, muß Vorsorge getroffen werden, daß diese Vorspannung bei nicht geregeltem Empfang, also bei ausgeschalteter Dynamik-Erweiterung, ausgeschaltet wird; das geschieht durch einen veränderlichen Widerstand. Am Steuergitter der AF 3 sind höchstens 0,15 Volt zulässig, weil sonst die Verzerrungen durch die zweite Harmonische zu groß werden.

Als Endstufe dient eine Gegentaktschaltung von zweimal AL 5 mit einer Leistung von 15 Watt. Zur Aussteuerung dieser Gegentaktschaltung ist eine Verstärkerstufe (eine als Triode geschaltete AL 4) erforderlich.

Soll nun die Dynamik von etwa 25 db auf 65 db erweitert werden, dann muß die Lautstärkeveränderung 40 db betragen, also die Verstärkung muß sich im Verhältnis von 100 : 1 ändern. Die Steilheit der AF 3 muß demnach um den gleichen Betrag veränderlich sein. Um Verzerrungen auszuweichen, wird man einen möglichst geradlinigen Teil der Steilheitskennlinie (Abbildung 7) wählen, etwa den Bereich zwischen 3 und 300 uA/V.

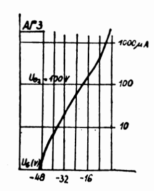


Abbildung 7: Die Steilheit der Regelröhre AF 3 als Funktion der Gittervorspannung. Der Kurvenast zwischen 3 μA/V und 300 μA/V ist praktisch geradlinig

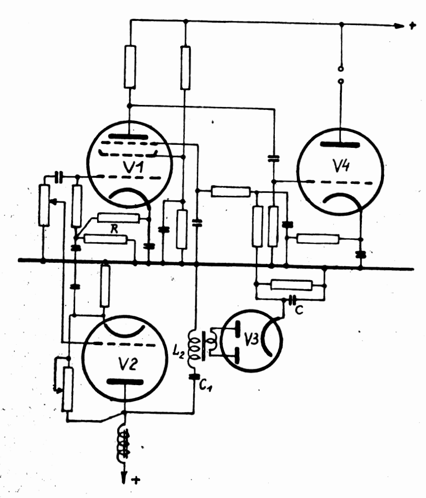


Abbildung 8: Eine englische Schaltung unter Verwendung einer im Bremsgitter beeinflußten Pentode als Regelröhre

Zur Herstellung der Spannungsverstärkung für die Regelungsschaltung würde eine AF 7 genügen, wenn man einen entsprechend höheren Belastungswiderstand wählen könnte. Das kann man aber nicht, weil dann nämlich die Aufladung des Ladekonden-

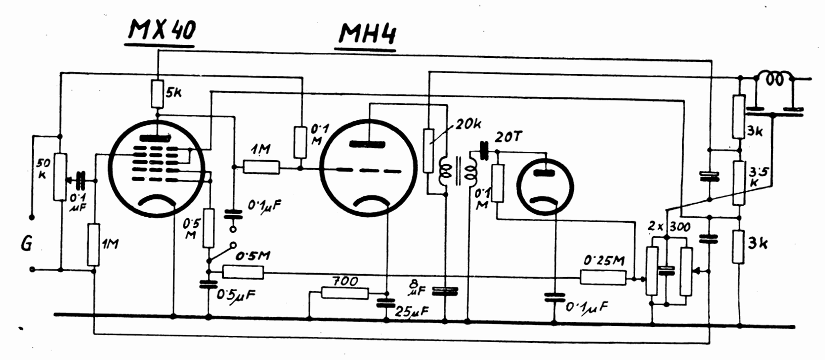


Abbildung 9: Eine Schaltung der General Electric Company unter Verwendung einer Heptode als Regelröhre und Beeinflussung der kurzgeschlossenen Gitter 1 und 2 durch die Regelspannung

sators für die beiden Diodenstrecken viel zu langsam erfolgen würde. Es war also erforderlich, eine Spannungsverdoppelungsschaltung für die Gleichrichter vorzusehen, die aber den Nachteil hat, daß die Kathode nicht über einen Widerstand geerdet ist. Um Veränderungen der Gleichstromverhältnisse in der Regelröhre zu verhindern, wurden für die Kathode und für das Schirmgitter Spannungsverteiler vorgesehen.

Die Abbildung 8 zeigt eine andere Beeinflussung der Regelröhre. Diese ist in der Originalschaltung eine englische Mazda AC/SP 1, deren Daten ungefähr der AF 3 entsprechen. Sie wird als Mischröhre verwendet, ähnlich den bekannten Mischstufenschaltungen mit zwei Röhren. Die Regelspannung wird analog zu diesen Schaltungen an das Bremsgitter geführt. Die am Bremsgitter liegende Spannung darf aber nicht so hoch werden, daß sie Gitterstrom zum Fließen bringt. Daher erhält sie eine hohe negative Vorspannung, welche dann durch die Regelspannung teilweise oder ganz kompensiert wird.

Die Regelspannungsschaltung, welche wieder über ein Potentiometer vom Eingang des Gerätes gespeist wird, erhält die übliche vorverstärkende Röhre, die neben der erforderlichen Erhöhung der Regelspannung auch dafür sorgt, daß die Gleichrichterröhre die an den Eingangsbuchsen liegende Signalspannung nicht zu stark dämpft.

Das Filter im Anodenkreis V_2 (C_1—L_2) arbeitet mit einer Frequenz von 60 Hz. Solange dort ankommende Signale eine kleinere Frequenz haben, erzeugen sie keine Eingangsspannung. Deshalb wird der Vorverstärker als Anodengleichrichter geschaltet, der bekanntlich eine ganze Reihe höherer Harmonischer erzeugt, die entsprechende Spannungen an die Vollweggleichrichterröhre abgeben. Die Zeitkonstante liegt hoch. Der zur Verstärkerröhre liegende Parallelwiderstand regelt die Verzögerung. Das geschieht so, daß die Zeitkonstante des Aufladekondensators in der Reihenschaltung im Anodenkondensator (C_1) durch den Innenwiderstand von V_2 parallel hiezu R_2 entsprechend beeinflußt wird.

Die Abbildung 9 zeigt eine Schaltung mit einer Heptode. Die Schal-

tung rührt von der General Electric her. Gitter 1 und 2 sind kurzgeschlossen und erhalten die Regelspannung, die von einer einfachen Diode geliefert wird. Das Eingangspotentiometer verhindert die Uebersteuerung. Die Lautstärkeregelung des Empfängers erfolgt hinter der Dynamik-Entzerrungs-Schaltung.

Zur Linearisierung der Steilheitskurven von V_1 dienen sorgfältig ausgewählte Parallelwiderstände, die am Steuergitter der MH 4 liegen. Sie reduzieren die Eingangssignalspannung von MH 4, wenn die Ausgangsspannung der MX 40 eine bestimmte Größe erreicht hat. Der Größenwert dieser Widerstände ist 0,1 und 1 MOhm, wobei bemerkt werden muß, daß diese Werte nur für die verwendete Röhre (MX 40) gelten. Wie aus der Schaltung hervorgeht, handelt es sich um eine gegenphasige Kopplung. Als Expansionsregler ist ein Potentiometer von 500 Ohm eingebaut. Dieses wird gehörsmäßig eingestellt. Als Ausgangsröhren werden starke Gegentaktendröhren verwendet. Es soll noch bemerkt werden, daß die transformatorische Ankopplung der Diode bei Verwendung eines Kristall-Tonabnehmers durch eine RC-Schaltung zu ersetzen ist. Die Zeitkonstante der Regelschaltung liegt tief, etwa bei einer Viertelsekunde.

Schaltungen der Gruppe 2.

Abbildung 10 zeigt eine Schaltung der RCA und Abbildung 11 das Ersatzbild zu dieser. (6 C 5 ist eine Hochfrequenzpentode, entsprechend etwa der AF 7, 6 D 6 ist eine regelbare Pentode.)

Die Schaltung arbeitet so, daß die Signalverstärkung vollkommen unabhängig von der Dynamikregelschaltung bedient werden kann. Die Signale werden an getrennten Potentiometern abgegriffen. Die Dynamikschaltung wird von dem zweiten Potentiometer aus gespeist. Die Eingangsröhre ist als Anodengleichrichter geschaltet. Das Arbeiten der Regelung ist leicht zu erkennen, wenn man sich vorstellt, daß der echte Belastungswiderstand (0,5 MOhm) zwischen Gitter und Kathode der 6 D 6 liegt. Beim Auftreffen eines Signales am Gitter der 6 C 6 wird durch den Belastungswiderstand ein Strom fließen. Sein Spannungsabfall wird um so größer werden, je größer das Gittersignal auftritt, weil die Eingangsröhre ja als Anodengleichrichter arbeitet. Je größer aber der Spannungsabfall ist, um so stärker negativ wird das Gitter der 6 D 6 und damit ihr Innenwiderstand entsprechend höher. Die 6 D 6 ist so geschaltet, daß die Arbeitsgerade im Ua Ja-Kennlinienfeld schon im Bereich der Krümmung der Kennlinienschar liegt. Der Widerstand von 1 MOhm bildet zusammen mit seinen beiden Kondensatoren eine Filterkette, die der am Steuergitter der 6 D 6 auftretenden Regelspannung die gewünschte Zeitkonstante gibt.

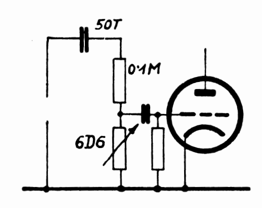
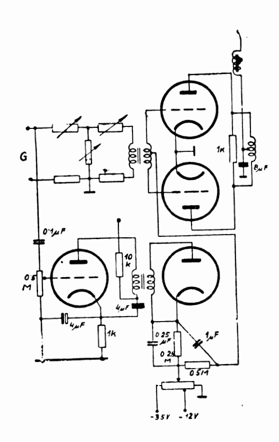


Abbildung 11: Ersatzbild zu Abb. 10


Abbildung 12: Eine Schaltung der Bell Telephone Company, wahrscheinlich eine der ersten oder die früheste amerikanische Dynamik-Entzerrungsschaltung

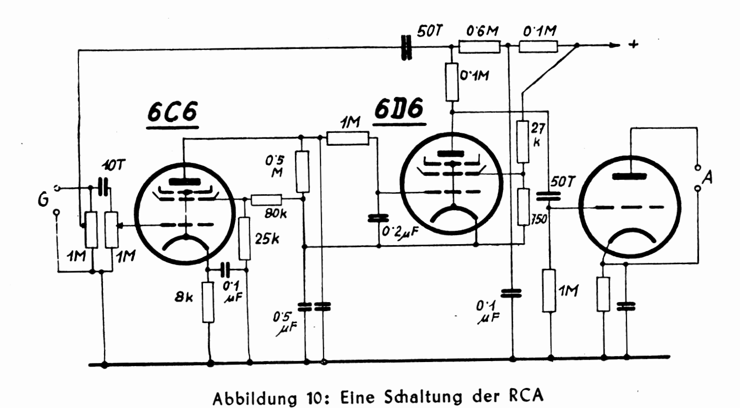


Abbildung 10: Eine Schaltung der RCA

Eine Schaltung der Bell Telephone Comp. zeigt die Abbildung 12. Sie dürfte eine der ersten Dynamik-Regelschaltungen sein, welche in den USA gebaut wurde, und war im transatlantischen Telephonverkehr eingesetzt. Noch heute ist sie vielleicht eine der besten, jedoch ist der Aufwand sehr hoch, insbesondere wegen der notwendigerweise sehr hochwertigen Transformatoren. Ueberdies ist die Schaltung recht empfindlich, weil die beiden Gegentaktröhren in ihren Kennlinien eine vollkommene Uebereinstimmung aufweisen müssen. Angeblich kann gerade dieser Forderung in den USA in den seltensten Fällen vollkommen entsprochen werden. —

Abschließend noch eine englische Schaltung mit einer Spezialröhre. Abbildung 13. Die Verstärkungsänderung erfolgt hier derart, daß die Anpassung der Impedanz des Ausgangstransformators an den Innenwiderstand der Doppelröhre sich je nach der Größe der ihr zugeführten Regelspannung ändert. Bei großen Signalspannungen an den Gittern der Doppelröhre wird ihr Innenwiderstand klein gegen die Transformator-Impedanz, d. h. die Röhre arbeitet hoch verstärkend. Bei kleinen Signalspannungen entsteht eine Unteranpassung, die einen entsprechenden Verstärkungsabfall bewirkt. Um die Frequenzabhängigkeit der Transformator-Impedanz zu linearisieren, werden primärseitig Parallelwiderstände von je 10.000 Ohm verwendet.

Abbildung 13: Eine englische Schaltung unter Verwendung einer Spezialröhre

Zusammenfassung.

Es wurden eine Reihe hochwertiger und praktisch bewährter Entzerrungsschaltungen kurz gezeigt und besprochen, welche (jede für sich) als Beispiel für eine Gruppe dienen soll. Innerhalb dieser Gruppen ist eine außerordentlich große Zahl von Abwandlungen veröffentlicht worden, ohne daß — soweit mir bekannt ist — etwas grundlegend Neues gezeigt worden wäre. Damit soll keineswegs gesagt sein, daß die Möglichkeiten erschöpft wären. Vielmehr liegen die

Verhältnisse so, daß die Dynamik-Entzerrung einen ungewöhnlich hohen zusätzlichen Aufwand erfordert und daß Geräte, die mit solchen Adaptierungen ausgerüstet sind, nur für Sonderzwecke einsetzbar sind, so lange wenigstens, als nicht senderseitig entsprechende Vorkehrungen getroffen sind, welche ausführlich besprochen wurden.

Anders liegen die Verhältnisse, wie erwähnt, bei der Schallplatte, dem Magnetton und dem Tonfilm, bei welchen der praktische Einsatz solcher Schaltungen nicht nur möglich, sondern sehr erwünscht ist. Allerdings ist da eine kaum gegenwärtig erfüllte Bedingung vorhanden, nämlich die, daß der Verstärker oder das Gerät, in welche die Entzerrung eingebaut werden soll, verzerrungsfrei — soweit das irgendwie erreichbar ist — arbeitet.

Noch eine abschließende Bemerkung soll gemacht werden: Bei der Kompression des Klangbildes durch Handregelung wird der mittlere Lautstärkepegel der Darbietung ständig geändert. Deshalb kann die Wiedergabe (neben anderen Gründen) nie den Eindruck lebendiger Musik hervorbringen, sie klingt vielmehr so, als ob das Orchester beispielsweise in Richtung zum Hörer und von ihm weg in ständiger Bewegung wäre. Dieser Eindruck verschwindet natürlich bei den besprochenen Schaltungen vollkommen. Wer je eine gute Kontrastwiedergabe gehört hat, wird diese trotz des kleinen derzeitigen Anwendungsgebietes nicht mehr missen wollen.

Das neue **Heim-Magnetophon** von Radione

Die Firma Ing. Nikolaus von Eltz bringt ein Heimmagnetophon auf den Markt, das das Produkt einer einjährigen Entwicklungsarbeit darstellt. Gegenüber den im Rundfunk verwendeten Großgeräten hat es zwar eine ganze Reihe von Vereinfachungen, ist aber doch für alle Zwecke brauchbar und weist trotz seines weitaus niedrigeren Preises keinerlei Qualitätsverschlechterung auf.

Als Tonträger wird das normale, 6 mm breite Magnetband aus Kunststoff verwendet, dessen sich auch der Rundfunk bedient. Das Band wird über drei Köpfe geführt, von denen je einer der Vormagnetisierung und Löschung, der Aufnahme und der Wiedergabe dient. Das Gerät erlaubt, Bandtrommeln zu verwenden, die eine $^3/_4$stündige Spieldauer ermöglichen, was auch den sonst üblichen Geräten entspricht. Die Fabrik hielt sich bei all diesen Einzelheiten an bewährte Vorbilder, während sie bei der Durchbildung des Antriebes eigene, neue Wege ging. Man erkannte, daß an die Bandgeschwindigkeit (ihre Gleichförmigkeit betreffend) keine höheren Anforderungen gestellt werden dürfen, als dies hinsichtlich der Umlaufgeschwindigkeit einer normalen Schallplatte der Fall ist. Daher entschloß man sich, zum Antrieb des ganzen Gerätes einen Universalmotor mit 30 W Aufnahme zu verwenden. Um die Tourenzahl konstant zu halten, ist ein eigener, neu entwickelter Fliehkraftregler vorgesehen, der vom Motor angetrieben wird. Zwischen Regler und Motor ist eine elastische Kupplung eingeschaltet, die kurzzeitige Schwankungen nicht überträgt.

Auf der Achse des Reglers, der mit einer entsprechenden Schwungmasse versehen ist, sitzt auch die Antriebswalze für das Tonband. Dieses wird durch eine Gummirolle an die Antriebswalze gepreßt und von dieser mit absolut gleichbleibender Geschwindigkeit über die drei Köpfe gezogen. Die Aufwickeltrommel wird — wie dies auch bei Kinoprojektoren der Fall ist — über eine Peese (das ist eine sehr lange Schraubenfeder, die an Stelle einer Antriebsschnur über die Schnurrollen gelegt wird und die wegen ihrer Elastizität und ihrer Glätte eine Art Rutschkupplung bildet) angetrieben. Dadurch bleibt das Band — unabhängig vom jeweiligen Spulendurchmesser — immer gleichmäßig gespannt. Beim Rücklauf wird die Aufwickeltrommel mit etwa achtfacher Geschwindigkeit angetrieben.

Eine besondere Vereinfachung erfuhr die Bedienung dadurch, daß für die Umschaltung von Aufnahme auf Abspielen bzw. Rückwickeln nur ein einziger Schalthebel mit drei Stellungen vorgesehen ist. Dieser betätigt eine Kupplung, mit der der Motor je nach Bedarf mit dem Antrieb der Aufwickelspule oder der Rückwickelvorgang über eine entsprechende Uebersetzung verbunden wird. Gleichzeitig werden die Bremsen der jeweils ablaufenden Trommel leicht angezogen, die der anderen gelüftet. Das Band läuft vor seinem Eintritt in die Tonköpfe noch über eine Ausgleichsrolle, die mit einer schweren Schwungmasse ausgestattet ist. Neben ihr sitzt dann noch ein Fühlhebel, der die jeweilige Bandspannung abtastet und diese dann zum Kriterium für den Bremsdruck macht. Damit wird erreicht, daß das Band unter ständig gleichmäßigem Zug läuft und nach menschlichem Ermessen nicht beschädigt werden kann.

In das Gerät ist ferner ein Allstrom-Verstärker eingebaut, der vier Röhren besitzt. Eine CL 4 erzeugt die zur Vormagnetisierung bzw. zum Löschen der Aufzeichnungen erforderliche Hochfrequenz, eine Röhre ist als Aufsprechverstärker geschaltet und bildet im wesentlichen die Trennstufe zwischen Eingang und Tonkopf, die alle Entzerrungsglieder enthält. Die beiden letzten Röhren bilden den zweistufigen Vorverstärker, der die vom Abhörkopf gelieferte Wechselspannung bis auf Kopfhörerstärke bringt. Bei Aufnahmen vom Mikrophon her wird diese Stufe als Mikrophon-Vorverstärker verwendet.

Die Bandgeschwindigkeit beträgt normal 40 cm in der Sekunde. Dies ergibt eine Frequenzkurve, die bis zu 6000 Hz linear verläuft. Für Sonderzwecke kann das Gerät auch mit anderen Bandgeschwindigkeiten ausgeführt werden. Sollen z. B. hauptsächlich Konferenzen und Vorträge aufgenommen werden — handelt es sich also lediglich um die Wiedergabe von Sprache ohne Musik —, so genügt auch eine Geschwindigkeit von 20 cm in der Sekunde, wodurch sich die Laufzeit des Bandes auf das Doppelte erhöht.

Die Bedienung des Gerätes beschränkt sich, wie schon erwähnt, auf die Betätigung des genannten Hebels mit seinen drei Stellungen (Aufnahme, Ruhestellung und Rücklauf), einen Lautstärkeregler für die Aufnahme, mit dem der Aufsprechstrom unter Kontrolle eines Aussteuerungsinstrumentes geregelt werden kann. Ein zweiter Drehknopf gestattet eine ziemlich weitgehende Tonkorrektur (Aufhebung hoher oder tiefer Frequenzen) und durch einen Druckknopf wird im Bedarfsfalle der Löschkopf eingeschaltet, wodurch die bisherigen Aufzeichnungen auf dem Band gelöscht werden. Um unbeabsichtigtes Löschen zu vermeiden, ist automatisches Auslösen des Löschknopfes beim Umlegen des Schalthebels in die Mittelstellung vorgesehen.

Das Gerät wird für Gleich-, Wechsel- und Allstrombetrieb gebaut, es hat eine Leistungsaufnahme von 30 Watt am Motor und 45 Watt an den Verstärkerstufen. Es wird als Tischmodell und in Form eines Musikschrankes auf den Markt gebracht. Mit Beginn der Lieferungen ist etwa zu Weihnachten zu rechnen.

Besser hören

heißt eine Vortragsreihe, die von Oktober bis Dezember d. J. über die österreichischen Sendergruppen gebracht wird. Die Aufgabe dieser Vorträge ist es, den Rundfunkhörern Wege zum besseren Hören zu vermitteln. Der erste, am 2. Oktober über RWR gegangene Vortrag behandelte das Thema „5 Kontinente sprechen zu Dir“.

Ehre, wem Ehre gebührt

Der von uns in Heft 10 unter dem Titel „Induskap" veröffentlichte und mit „Stephan W. Gössinger" gezeichnete Aufsatz hat zwei unserer Leser zu einer berechtigten Stellungnahme veranlaßt. So schreibt uns Ing. V. Stuzzi, daß er ein Gerät mit gleicher Schaltung und annähernd ähnlichem Text in Heft 3/4-1948 der Zeitschrift „Radio-Rundschau" beschrieben hat. Herr Ing. Friedrich F. Tomek aus Mauerkirchen, O.-Oe., stellt zu dem mit dem schönen Namen „Induskap" veröffentlichten Gerät fest, daß es sich dabei um eine Vorrichtung handelt, die von ihm bereits am 11. Mai 1948 unter dem Aktenzeichen „A 2191-48" beim Oesterreichischen Patentamt zum Patent angemeldet wurde. Das Gerät wurde von ihm mit entsprechend geschützten Zusatzeinrichtungen versehen, um auch als rückwirkungsfreier Frequenzmesser verwendet zu werden.

Es tut uns leid, daß wir mit der Veröffentlichung dieses sicherlich brauchbaren Gerätes bestehende Rechte verletzt haben. Aber — kein Mensch ist fehlerfrei und so kann es auch einem geplagten Redakteur passieren, daß er eine von einem Mitarbeiter gebrachte Bauanleitung veröffentlicht, ohne deren Neuheitswert zu kontrollieren. Wir haben Herrn S. W. Gössinger gebeten — der ja schließlich sein ordnungsmäßiges Autorenhonorar erhalten hat — zu den Vorwürfen Stellung zu nehmen.

Mit dem Versprechen, künftighin auch den Neuheitswert der Bauanleitungen zu prüfen, zeichnet Ihr tiefbeschämter **H. K.**

● Am 30. September 1948 fand die Einweihungsfeier für den neu errichteten Rundfunksender Osnabrück statt. Der Sender wird auf der gleichen Welle wie die Sendergruppe Hannover, Flensburg, Berlin auf der Frequenz 1330 kHz = 225,6 m mit einer Leistung von 5 kW arbeiten. Ein 120 m hoher Antennenmast wird für größtmögliche Reichweite sorgen.

● Die Eigenschaften von Glimmstabilisatoren wurden von Philips bedeutend verbessert. Die Brennspannung der verschiedenen Röhren differiert nur um höchstens einige Volt, sie ändert sich in 1000 Brennstunden um höchstens 0,5 Volt. Der Einfluß der Raumtemperatur auf die Brennspannung bleibt gering. Es wird eine plattenförmige, sorgfältig präparierte Molybdänkathode verwendet und eine dicke Molybdänschicht auf die Innenwand des Glaskolbens aufgestäubt.

● Während bei den hierorts üblichen Schallplatten der übertragene Frequenzbereich nach oben mit etwa 5 kHz (wegen des Nadelgeräusches) begrenzt ist, weisen einige amerikanische Spitzenfirmen unter Verwendung neuer Preßmaterialien ungleich günstigere Grenzwerte auf: NBC Thesaurus 30 bis 12 000 Hz, World 30 bis 10 000 Hz, Standard 60 bis 15 000 Hz, Capitol 50 bis 16 000 Hz.

● Vom tschechisch-polnischen Wirtschaftsrat wurde ein Plan zur Errichtung eines 150 000-kW-Kraftwerkes Oswiecim gutgeheißen, das die Industrie beider Länder beliefern soll. Die erforderlichen Apparate einschließlich der Turbogeneratoren und Transformatoren werden von der Tschechoslowakei geliefert. Dieses Kraftwerk soll bis 1953 fertiggestellt sein. Nach dem Uebereinkommen erfolgt die Energielieferung an die Tschechoslowakei für die Dauer von 20 Jahren.

● Im Rahmen des polnischen Dreijahresplanes werden zwei staatseigene Fabriken für die Erzeugung von Radioröhren und Radioempfängern in Niederschlesien errichtet.

HEFT **12** das elektron

bringt unter anderem:

Umformer, Motoren, Generatoren, ein umfassender Aufsatz, der Umbauanleitungen für die Umformer U 8, U 17, U 10 E, U 4, U 10 S und U 11 a bringt

Der gläserne Super, eine Bauanleitung des HF-Laboratoriums Ing. V. Stuzzi

Die genauen Berechnungsdaten für ZF-Bandfilter

Der Einkreiser — die Schule des Radioamateurs

Ein interessantes Fernabstimmgerät

Elektrokurs für den Fortgeschrittenen - usw.

Sichern Sie sich schon heute den Bezug dieses interessanten Heftes

Dreizehnter Teil

HEIMO HARDUNG-HARDUNG:

RUNDFUNKEMPFANG -

eine Aufsatzfolge

Beim Empfang musikalischer Darbietungen, wo es auf höchste Klangtreue der Wiedergabe ankommt, ist es unbedingt nötig, den Drehkondensator genau auf die Mitte des vom Sender abgestrahlten Frequenzbandes einzustellen. Dies ist deshalb erforderlich, weil die durch eine ungenaue Einstellung des Senders bedingte Unsymmetrie der Eingangsspannung Verzerrungen bei der Gleichrichtung bewirkt und so die Klangqualität verschlechtert. Dem Geübten wird es freilich nicht allzu schwer fallen, diese richtige Einstellung ohne Hilfsmittel durchzuführen, denn die unrichtige Einstellung auf das „Seitenband" des Senders bewirkt eine empfindliche Abschwächung der tiefen Frequenzen auf Kosten der Höhen, die dann unnatürlich scharf und spitz wiedergegeben werden (Zischlaute). Es bedarf also nur eines gewissen Maßes an Musikalität, um diesen Effekt durch genaue Abstimmung zu vermeiden. Immerhin erfordert aber auch für den Geübten die Einstellung einige Geduld, so daß die Radioindustrie seit jeher bestrebt war, durch eine objektive Anzeige auch dem Unmusikalischen eine einwandfreie Einstellung zu ermöglichen und damit alle Verzerrungen auf ein Minimum zu reduzieren. Derartige „Abstimmanzeiger" wurden seinerzeit als Zeigergeräte oder auch Glimmlampen weitgehendst verwendet, jedoch in neuerer Entwicklung völlig durch eine trägheitslose elektronenoptische Einrichtung verdrängt: das bekannte „magische Auge". (In den USA ist allerdings in letzter Zeit die Verwendung von Abstimmanzeigern sehr zurückgegangen, seit sich die automatische Scharfabstimmung auf breitester Basis — auch bei Kleinempfängern — durchsetzt und so ohnehin jede Fehleinstellung sicher vermieden wird.)

Bevor wir auf die technischen Einzelheiten der Abstimmanzeige eingehen, sollen vorerst die prinzipiellen Grundlagen dieser Einrichtung erläutert werden, um dem Anfänger das Verständnis für die (bei komplizierten Geräten oft sehr verwickelten) Anzeigeschaltungen zu erleichtern. Wie wir bereits wissen, liefert die Regelung eines Superhets eine von der Modulation unabhängige Gleichspannung und gibt uns daher die Möglichkeit in die Hand, die Feldstärke von Sendern am Empfangsort objektiv zu beurteilen. Das heißt, unter der Voraussetzung, daß der Empfänger (zumindest die vor der Regelung liegenden Stufen) für alle Sender gleiche Verstärkung zeigt. Wir denken uns also die Regelung lediglich zu der Anzeige der Senderstärke verwendet und nicht den Gittern der HF-Röhren zugeführt, die an konstanter Gittervorspannung liegen sollen, um die Verstärkung für alle Frequenzen gleich zu halten. Die Spannung der Regeldiode ist dann objektiv ein Vergleichsmaß für die Stärke der einfallenden Sender — wenn der Drehkondensator richtig eingestellt ist. Nehmen wir einmal an, dies wäre nicht der Fall, der Drehkondensator wäre um einen gewissen Betrag falsch eingestellt, verstimmt gegen die Senderfrequenz; dann ist natürlich der Wechselwiderstand des Schwingkreises nicht so hoch wie bei völliger Resonanz (Flanke der Kurve!), der Sender wird also nicht so verstärkt, als ob er richtig eingestellt wäre; das Resultat: geringere Spannung an der Regeldiode. Halten wir also fest: Bei richtiger Einstellung liefert der Empfänger nicht nur die unverfälschte Wiedergabe, sondern auch die höchste Niederfrequenz — oder Regelspannung. Nun kommt es uns bei der Abstimmanzeige nicht darauf an, einen objektiven Vergleichsmaßstab für die Stärke der einfallenden Sender zu haben, vielmehr genügt uns die Einstellung auf „Maximum" der Regelspannung, da wir damit automatisch die richtige Abstimmung erreichen. Wir können also getrost die (in Gedanken) nicht mehr an die Gitter der Regelröhren gelegte Regelspannung wieder anbringen und suchen nach einer Vorrichtung, die die einfache Ablesung der Regelspannung ohne allzu komplizierte Schaltungen gestattet.

Zeigermeßgeräte scheiden für diesen Zweck im allgemeinen aus, da sie stets eine gewisse Zeit zum Einspielen auf den angezeigten Wert benötigen, was die Handhabung erschwert; außerdem verbrauchen diese Instrumente stets einen gewissen Strom, der — da ihn die Regelspannung selbst nicht liefern kann — aus dem Anodenkreis einer geregelten Röhre oder ähnlich bezogen werden muß. All diese Komplikationen haben die Zeigerinstrumente bald aus der Requisitenkammer des Rundfunkkonstrukteurs verjagt, sie führen ein kümmerliches Dasein weiterhin bei großen Kommunikationsempfängern, bei denen es nicht auf Abstimmanzeige, sondern Abstimm-Messung ankommt, wo also magische Augen nicht verwendet werden können.

Das magische Auge ist eine elektronenoptische Einrichtung, arbeitet also ohne jedwede mechanisch bewegte Teile und ist demzufolge praktisch trägheitslos. Da es zugleich als Verstarkerröhre verwendet werden kann und sich harmonisch in die Schaltung einfügt, hat es alsbald den einzigen Konkurrenten, die Glimmlichtanzeige, aus dem Feld geschlagen. Die konstruktive Ausbildung dieser Abstimmanzeigeeinrichtung macht sich folgende physikalische Erfahrungstatsachen zunutze:

1. Elektronen werden auf ihrem Fluge von Kathode zur Anode von elektrisch negativ geladenen Körpern abgestoßen und daher in ihrer Bahn abgelenkt.

2. Elektronen bestimmter Geschwindigkeit sind imstande, beim Auftreffen gewisse Substanzen zum Leuchten zu bringen. Nehmen wir einmal an, wir würden eine gewöhnliche Diode (Schaltbild Abbildung 1a) so ausbilden, daß die stäbchenförmige Kathode von einer becherartigen Anode umgeben wird. Diese Anode wird innen mit einer Masse bestrichen, die bei Elektronenaufprall zu leuchten beginnt. Legen wir also Spannung an die Röhre, dann wird der „Becher" (von oben gesehen) etwa so aussehen wie Abbildung 1c, d. h. mehr od. minder gleichmäßig beleuchtet sein. Nun bringen wir neben der Kathode noch einen Stift ein (Abbildung 1d), den wir gegenüber Kathode auf negatives Potential legen. Er wirft je nach der Größe der Spannung einen mehr oder weniger gro-

ßen „Schatten" auf den Becher (Abbildung 1c), da er ja die Elektronen vermöge der elektrostatischen Abstoßung auf ihrer Bahn ablenkt. An sich könnte man diese Einrichtung sehr gut zu einer leistungslosen Anzeige der Regelspannung und damit zur Abstimmanzeige verwenden, doch wenn man schon einen Glaskolben auspumpen, Sockel anbringen und die üblichen Röhrenkonstruktionen ausführen muß, wäre es günstig, gleich eine normale Röhre in den gleichen Kolben einzubauen und auf diese Weise Material und Geld zu sparen. So hat man anfangs (Abbildung 1f) zugleich als Anode dienende Leuchtfläche (Abbildung 1i). Durch Kombination beider Möglichkeiten gelangt man zu einer Abstimmröhre nach Abbildung 1k, die heute breiteste Verwendung findet. Die Schaltung dieser Röhre ist in Abbildung 1l gezeigt. Eine weitere Möglichkeit zur Steuerung der Schattensektoren bietet die Verwendung eines Schirmgitters mit „gleitender" Spannung, wie sie Abbildung 1m zeigt. Hier ist eine normale Pentode mit Regelkennlinie mit einem einfachen Leuchtsystem zusammengebaut, wobei, wie schon gesagt, die verlängerten Schirmgitterstege die Steuerung ähnlich der Art 1g übernehmen. Das Gitter GL dient lediglich zur Begrenzung des Leuchtschirmstromes und ist innerhalb der Röhre mit der Kathode verbunden. Steigt die Regelspannung am Gitter G_1, dann sinkt der Anodenstrom und damit gleichzeitig der vom Schirmgitter übernommene Stromanteil; die Schirmgitterspannung (Anodenspannung minus Spannungsabfall am Vorwiderstand) steigt also und die Schattensektoren werden schmäler.

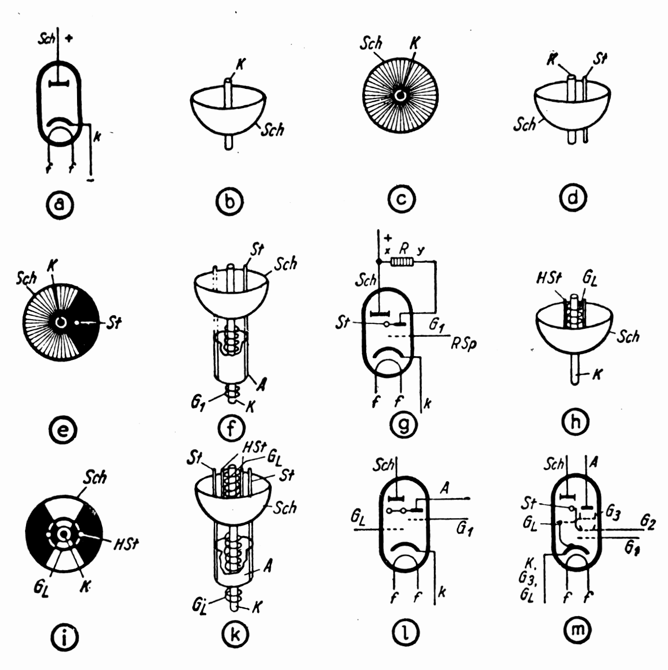


Abbildung 1 a bis 1 m

die Kathode durch den Leuchtschirm hindurch verlängert und eine normale Triode darumgebaut; die Stege der Triodenanode führte man durch den Becher und ließ sie in Schaltung nach Abbildung 1g auf den Elektronenstrom einwirken. Dabei ist die Wirkungsweise folgende: Die Triode besitzt einen von der Regelspannung abhängigen Anodenstrom. Wird nun der Sender stärker (richtige Abstimmung), dann steigt die (negative) Regelspannung des Triodengitters, der Anodenstrom der Triode nimmt ab und der am Widerstand R auftretende Spannungsabfall vermindert sich. Zwischen den Punkten x und y besteht folglich eine kleinere Spannungsdifferenz und die Anodenstege werfen daher einen kleineren Schatten. Man braucht also bloß auf maximale Leuchtfläche des Schirmes abzustimmen, um richtige Einstellung des Senders zu gewährleisten. Eine weitere Möglichkeit zur Steuerung in Verbindung mit einer Triode zeigt Abbildung 1h. Hier ist das Triodengitter innerhalb des Bechers angebracht und die beiden Gitterstege werfen einen Doppelschatten auf die

Vorwärtsregelung.

Bei der bisher geübten Art der Regelung haben wir stets die am Demodulator gewonnene Regelspannung an die vorhergehenden Stufen zurückgeleitet und in dieser Weise die Verstärkung beeinflußt. In anderen Worten: Wenn sich die Eingangsspannung des Senders änderte, wurde auch die Regelspannung verändert und durch diese wiederum die Verstärkung der vorangehenden Stufen variiert. Wenn nun z. B. ein Sender schwächer wurde, dann war auch die am Demodulator abgegebene Niederfrequenzspannung geringer und demgemäß wurden die Röhren der Regelleitung „aufgeregelt". Prinzipiell ist es also mit der beschriebenen „Rückwärtsregelung" (weil die Regelspannung zurückgeleitet wird) unmöglich, einen vollständigen Ausgleich eines etwa aufgetretenen Empfangsschwundes durchzuführen, denn würde tatsächlich die Lautstärke gleich bleiben, dann wäre damit auch die Niederfrequenzspannung am Demodulator gleichgeblieben und damit die Röhren der Regelleitung am gleichen Arbeitspunkt eingestellt, also überhaupt nichts geändert. Die Rückwärtsregelung ist also lediglich imstande, die Aenderungen der Lautstärke durch Fading zu verkleinern, nicht aber zu beseitigen. Setzt man aber die Regelung bis in die Niederfrequenzstufe fort, dann ist es durchaus *möglich*, die verbleibende Aenderung völlig auszugleichen, da die Niederfrequenzröhre ja nicht wie die vor der Demodulation liegenden Röhren einen Einfluß auf die Größe der Regelspannung hat. Mit einer „vorwärtsgeregelten" Schaltung lassen sich also Empfangsschwankungen (kleineren Ausmaßes) tatsächlich völlig ausgleichen. Nun liegt es in der Natur einer Regelröhre, daß sie eine gekrümmte Kennlinie besitzen muß, weil sich doch die Verstärkung je nach eingestelltem Arbeitspunkt ändern soll. Bei Niederfrequenzverstärkung mit den immerhin schon beträchtlichen Werten der Gitterwechselspannung bedeutet dies jedoch stets eine Verzerrung der gitterseitig vorhandenen Spannungskurve. Es hat lange genug gedauert, bis die Industrie Röhren entwickelte, die sich tatsächlich für eine niederfrequente Regelung eignen. Bei diesen müssen aber dann sämtliche Werte des Regelbereiches, die angelegten Spannungen usw., geneu eingehalten werden, um einwandfreies Arbeiten zu verbürgen und die Verzerrung auf ein Minimum zu reduzieren. Bei Schaltungen der NF-Regelröhren sind daher alle Werte der verwendeten Widerstände und Kondensatoren kritisch und sollen vom Bastler nicht abgeändert werden. Nur dann läßt sich ein einwandfreies Arbeiten der Niederfrequenzverstär-

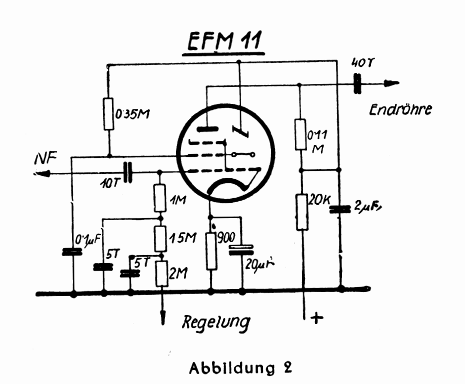


Abbildung 2

kung, Regelung und zugleich Abstimmanzeige (die dann im gleichen Kolben vor sich geht) erreichen.

Wir ersetzen nunmehr bei unserem Vollsuper die Niederfrequenzröhre durch ein magisches Auge EFM 11, das wir gemäß der Schaltung 2 verdrahten. Da man im allgemeinen das magische Auge an der Frontwand des Gerätes und damit außerhalb des üblichen Schaltweges anbringt, werden die Leitungen, die zur Versorgung mit Netz- und Niederfrequenzspannung dienen, notwendigerweise ziemlich lang. Es empfiehlt sich auf alle Fälle, die Niederfrequenzstränge abzuschirmen und die Ueberbrückungsblocks und Vorwiderstände am Röhrensockel anzubringen, so daß dann nur Plusspannung, Niederfrequenzein- und -ausgang und die Heizleitungen zugeführt werden müssen.

Bezüglich der mechanischen Montage ist zu bedenken, daß man bei Ausbau des Chassis aus dem Gehäuse auch das magische Auge abzumontieren hat, aus welchem Grunde der Sockel — in welcher Form auch immer am Gehäuse befestigt — möglichst zugänglich gestaltet sein soll. In jeder Hinsicht praktisch und empfehlenswert ist es, das magische Auge neben der Skala fix am Chassis zu befestigen, wodurch sich die Montage am Gehäuse erübrigt.

(Fortsetzung von Seite 350)

Atomkrieg ohne Atombomben

baut, deren Leistung zwischen Bruchteilen von Kilowatt und einigen hundert Kilowatt liegt. Bei solchen kleineren Anlagen erweist sich die Tatsache, daß als Nebenprodukte radioaktive Isotope erzeugt werden, als wertvoll, weil man diese Stoffe in der Medizin, in der Biologie und auch für gewisse technologische Zwecke gut brauchen kann. Aber bei ganz großen Anlagen, wie zum Beispiel bei denen in Hanford (USA), in denen das Plutonium für die Atombomben erzeugt wird, ist die Produktion an radioaktiven Isotopen weit größer als der Bedarf, so daß man für die Unschädlichmachung dieser infolge ihrer starken Strahlung höchst gefährlichen Stoffe Sorge tragen muß.

Nun hat leider gegenwärtig in Anbetracht des Scheiterns der Verhandlungen über eine Kontrolle der Atomenergie und infolge der gespannten weltpolitischen Lage ein Wettrüsten mit Atomwaffen eingesetzt, und daher ist mit der Gefahr zu rechnen, daß auf Veranlassung der Militärbehörden die aus den Uranbatterien entstehenden radioaktiven Isotope nicht mehr in tiefe Schächte vergraben oder in den Ozean versenkt, sondern fein säuberlich für den nächsten Krieg aufgespeichert werden.

Die Todeswolke.

Eine Verwendung dieser Stoffe im Luftkrieg ist in der Weise möglich, daß man feinen Sand oder Staub mit den radioaktiven Isotopen imprägniert und dann mit Fernstreckenbombern oder mit Stratosphärenraketen in großer Höhe über dem zu verseuchenden Feindgebiet ausstreut. Bei der Beurteilung dieser Waffe ist zu beachten, daß es gegen Fernraketen nach Art der deutschen V-2-Waffe keine Abwehr gibt. Der in großer Höhe ausgestreute Sand verteilt sich als Staubwolke über einem kilometerweiten Bereich, so daß die kleine Zielsicherheit der Stratosphärenrakete, die im Jahre 1944 noch den schwachen Punkt der V-2-Waffe gebildet hatte, keine sonderliche Rolle mehr spielt. Während die deutschen V-2-Raketen nur dann zerstörend wirkten, wenn sie ein Haus direkt trafen oder unmittelbar daneben einschlugen, würde die den Todesstaub tragende Rakete schon ihren grausigen Zweck erfüllen, wenn sie nur überhaupt das Stadtgebiet trifft. Die Staubwolke, die sich allmählich zur Erde senkt, bedeckt schließlich den Boden in ganz dünner, dem Auge praktisch unsichtbarer Schicht; aber die von den Milliarden Körnchen ausgehende radioaktive Strahlung kann bei geeigneter Dosierung so stark sein, daß die unglücklichen Bewohner der betreffenden Gegend binnen einigen Tagen oder Wochen tödliche Verbrennungen erleiden.

Prof. H. Thirring in „Die Weltwoche".

(Fortsetzung von 2. Umschlagseite)

Wie dimensioniert man

Starkstromleitungen?

finden die Bestimmungen der Tabellen keine Anwendung. Solche Leitungen sind in jedem Falle so zu bemessen, daß sie durch den stärksten normal vorkommenden Betriebsstrom keine für den Betrieb oder die Umgebung gefährliche Temperatur annehmen können.

b) Bei aussetzendem Betrieb gelten im allgemeinen als zulässige Strombelastungen für Leitungen von 10 mm² aufwärts etwa 40% höhere Werte, als in der Tafel angegeben. Die Erhöhung ist aber nur zulässig, wenn die relative Einschaltdauer 40% und die Spieldauer 10 Minuten nicht überschreiten. Unter Spieldauer versteht man die Summe aus Einschaltdauer + Pause. Z. B. Spieldauer 10 Minuten, davon höchstens 40% = 4 Minuten Einschaltdauer und mindestens 10 — 4 = 6 Minuten Pause. Oder Spieldauer 5 Minuten, davon höchstens 40%, d. i. 2 Minuten, Einschaltdauer und mindestens 5 — 2 = 3 Minuten Pause usw. Bei einem aussetzenden Betrieb mit einer Höchststromstärke von 90 Ampere genügt also ein Querschnitt von 16 mm². Bei Dauerbetrieb dagegen wäre ein Querschnitt von 25 mm² erforderlich.

Bei aussetzendem Motorbetrieb darf die Nennstromstärke der Sicherung höchstens das 1,5fache der zulässigen Strombelastung betragen.

Bei Selbstschaltern für aussetzenden Motorbetrieb darf der Auslösestrom von Selbstschaltern ohne Verzögerung das 3fache der zulässigen Strombelastung betragen. Bei Selbstschaltern mit verzögerter elektromagnetischer Auslösung soll die Auslösevorrichtung bei höchstens 1,6fachem Motorenstrom zu arbeiten beginnen und, ohne auszulösen, auf die Anfangsstellung zurückgehen, wenn innerhalb zweier Drittel der Auslösezeit der Strom auf seinen Wert zurückgeht.

c) Bei kurzzeitigem Betrieb gelten dieselben Regeln wie für aussetzenden Betrieb, jedoch sind höhere Belastungen nur zulässig, wenn die Dauer der Einschaltung 4 Minuten nicht überschreitet; andernfalls gelten die Werte der Dauerbelastung.

2. Der Mindestquerschnitt

Tabelle II. Mindestquerschnitt für Kupferleitungen.

Für Leitungen an und in Beleuchtungskörpern	0,75 mm²
Für Pendelschnüre, runde Zimmerschnüre sowie leichte u. mittlere Gummischlauchleitungen	0,75 mm²

Für andere ortsveränderliche Leitungen 1 mm²

Für festverlegte isolierte Leitungen und für festverlegte umhüllte Leitungen sowie für Kabel 1,5 mm²

Für festverlegte isolierte Leitungen in Gebäuden u. im Freien, bei denen der Abstand der Befestigungspunkte mehr als 1 m beträgt 4 mm²

Für blanke Leitungen bei Verlegung im Rohr 1,5 mm²

Für blanke Leitungen in Gebäuden u. im Freien 4 mm²

Für Freileitungen m. Spannweiten bis zu 35 m 6 mm²

Für Freileitungen in allen anderen Fällen 10 mm²

Bei Verwendung von Leitern aus anderen Metallen als Kupfer sollen die Querschnitte so gewählt werden, daß sowohl die mechanische Festigkeit wie die Erwärmung durch den Strom den für Kupfer für Elektrotechnik gegebenen Querschnitten entsprechen.

3. Der Spannungsabfall.

Die Spannung am Ende der Leitung ist um den Spannungsabfall kleiner als die Spannung am Anfang. Da der Spannungsabfall nach dem Ohmschen Gesetz von der Größe des Leitungsstromes abhängt, ergeben sich bei schwankender Belastung Schwankungen der Spannung, die bei Glühlampen zu recht unangenehmen Lichtschwankungen führen. Infolgedessen haben die E-Werke in ihren Sonderbestimmungen die höchstzulässigen Spannungsabfälle festgesetzt. Bei Glühlampen darf in der Regel der Spannungsabfall nicht mehr als 2%, bei Motoren bis 5% betragen. Als gegebene Höchstgrenzen gelten für Licht 4% und für Kraft 6%.

Der Spannungsabfall einer Doppelleitung in % wird aus der Formel

$$u = 3{,}68 \frac{l\ J \cos\varphi}{q\ U} \quad \text{für Cu}$$

$$u = 5{,}72 \frac{l\ J \cos\varphi}{q\ U} \quad \text{für Al}$$

der Spannungsabfall einer Drehstromleitung aus der Formel

$$u = 3{,}09 \frac{l\ J \cos\varphi}{q\ U} \quad \text{für Cu}$$

$$u = 4{,}94 \frac{l\ J \cos\varphi}{q\ U} \quad \text{für Al}$$

berechnet.

Dabei bedeutet:

u den Spannungsabfall in %,
U die Spannung am Anfang der Leitung in Volt,
l die einfache Länge der Leitung in m,
q den Querschnitt der Leitung in mm²,
J den Leiterstrom in Ampere,
cos den Leistungsfaktor (falls unbekannt, wird im allgemeinen 0,8 gesetzt; bei Gleichstrom und bei Wechselstrom mit rein ohmscher Belastung [Licht] ist 1 zu setzen).

II. Die Wahl des Leitermaterials

ist nach Tabelle III und IV vorzunehmen. (Siehe 3. Umschlagseite.)

Tabelle III. A. Isolierte Leitungen.

Bezeichnung		Nennspannung	Bauart des Leiters	Aufbau der Isolation
I. Leitungen für feste Verlegung in Rohren oder auf Isolierkörpern.				
Gummiaderleitung	NGA	750 Volt		Nahtlose Gummihülle aus mindestens 2 Lagen, Umwicklung mit gummiertem Band, getränkte Baumwoll- (Hanf-) Beflechtung. NGAW-Leitungen haben wetterfeste Beflechtung mit Papierzwischenlage.
Gummiaderleitung, wetterfest	NGAW			
Sondergummiaderleitung	NSGA	bis 25 kV		Mehrfache nahtlose Gummihüllen, Umwicklung mit gummiertem Band, getränkte Baumwoll- (Hanf-) Beflechtung
II. Leitungen für feste Verlegung über und unter Putz.				
Rohrdrähte mit Bitumenfüllung für Betriebsspannungen bis 500 V gegen Erde	NRAM			
Umhüllte Rohrdrähte	NRU			Nahtlose Gummihülle, Umwicklung mit gummiertem Band, isolierende Hülle von mindest. 0,4 mm Wandstärke (bei 10 mm² mindest. 0,6 mm), gefalzter, eng anliegender Metall- (nicht Blei-) Mantel von mindest. 0,2 mm Wandstärke. NRU-Drähte haben eine Bitumenfüllung, außerdem besondere Hülle über Metallmantel und Bleidraht, 250 V.
Kabelähnliche Leitungen, Bleimantelleitungen (nicht unter Erde)	NBU NBEU	250 Volt	1,5 ... 6 mm² massiv 10 mm² mehrdrähtig mit Schutzleiter unter dem Bleimantel aus verzinntem Kupfer; von 1 mm² für Leiter von 1,5 und 2,5 mm²; 1,5 mm² für Leiter von 4 und 6 mm²; 2,5 mm² für Leiter von 10 mm²	Verseilte, mit Gummi umpreßte NGA-Adern, umpreßt mit eng anliegendem, nahtlosem Bleimantel. Darauf Umhüllung mit mindest. 2 in chemisch widerstandsfähiger Masse gebetteten Papierlagen und Beflechtung mit in gleicher Masse getränkten Faserstoffen. NBEU hat zwischen den Papierlagen noch eine zweilagige Bandstahlbewehrung von 0,2 mm Stärke.
III. Leitungen für feste Verlegung nur über Putz.				
Rohrdrähte	NRA NRG			Nahtlose Gummihülle, Umwicklung mit gummiertem Band, isolierende Hülle von mindest. 0,4 mm Wandstärke (bei 10 mm² mindest. 0,6 mm), gefalzter, eng anliegender Metall- (nicht Blei-) Mantel von mindestens 0,2 mm Wandstärke. NRG-Drähte haben eine Gummifüllung an Stelle der Faserstoff- oder Bitumenfüllung der NRA-Drähte.
Panzeradern	NPA			

Bezeichnung		Nennspannung	Bauart des Leiters	Aufbau der Isolation
Gummischlauchleitungen für mittlere Beanspruchung starke, für besonders hohe mechanische Beanspruchung	NMH NSH	250 Volt	0,75 ... 2,5 mm^2 mehrfach wie bei NSA 1,5 ... 70 mm^2 mehrfach wie bei NWK	(Baumwollbespinnung.) Nahtlose vulkanisierte Gummihülle von 0,5 mm Wandstärke. Bei NSH-Bandbewicklung. (Bei NSH zweiter Gummimantel mit Bandzwischenlage.)

IV. Leitungen für Beleuchtungskörper.

Bezeichnung		Nennspannung	Bauart des Leiters	Aufbau der Isolation
Fassungsadern (als Zuleitungen unzulässig)	NFA NSFA	250 Volt	0,75 mm^2 ein- oder mehrdrähtig (Durchmesser der Einzeldrähte bei mehrdrähtigen nicht mehr als 0,15 Millimeter)	Nahtlose Gummihülle 0,6 mm Wandstärke. Beflechtung Baumwolle, Seide, Garn, Doppeladern gemeinsame Beflechtung. Fassungsadern für Spiraldrahtzüge (NSFA) eine Stahlseele 0,32 mm Ø und Kupferdrähte 0,32 mm Ø, die um den Stahldraht verseilt sind, darüber dichte Baumwollbespinnung.
Pendelschnur für Schnur- und Zugpendel	NPL NPLR	250 Volt	0,75 mm^2 mehrdrähtig aus Einzeldrähten von nicht mehr als 0,15 mm Durchmesser	Baumwollbespinnung, nahtlos vulkanisierte Gummihülle von 0,6 mm Wandstärke mit Tragschnur oder -seil verseilt. Gemeinsame Beflechtung aus Baumwolle, Seide, Garn. NPL-Einfachpendelschnur, NPLR-Zweifachpendelschnur (rd.).

V. Leitungen zum Anschluß ortsveränderlicher Stromverbraucher.

Bezeichnung		Nennspannung	Bauart des Leiters	Aufbau der Isolation
Gummiaderschnüre (Zimmerschnüre) (für geringe mechan. Beanspruchung in trockenen Räumen)	NSA	250 Volt	0,75 .... 6 mm^2 mehrf.; 0,75 mm^2 Drähte höchst. 0,15 mm Ø; 1 mm^2 Drähte höchst. 0,2 mm Ø; 1,5 und 2,5 mm^2 Drähte höchst. 0,25 mm Ø mit Baumwolle besponnen. Von 4 .. 6 mm^2 Drähte höchst. 0,3 mm Ø ohne Baumwollbespinnung	Nahtlose vulkanisierte Gummihülle, Beflechtung aus Baumwolle, Seide, Garn. Runde und flache Mehrfachschnüre, gemeinsame Beflechtung. Mehrfachschnüre ohne gemeinsame Beflechtung sind unzulässig.
Werkstattschnüre (für Werkstätten und Wirtschaftsräume)	NWK	250 Volt	1,5 bis 35 mm^2 mehrf. 1,5 ... 2,5 mm^2, 4 ... 6 mm^2 wie vor; über 6 mm^2 Drähte (höchst. 0,4 mm Ø auch für den Schutzleiter)	Nahtlose Gummihülle, jede Ader mit gummiertem Band bewickelt, die Adern sind verseilt, mit Faserstoff dicht beflochten, darüber zweite Beflechtung aus Hanfkordel u. dgl.
Gummischlauchleitungen, besonders leichte Ausführung	NLG			mit äußerer Beflechtung
Gummischlauchleitungen, leichte für geringe Beanspruchung mittlere Beanspruchung starke, für besond. hohe mechanische Beanspruchung	NLH NLHG NMH NSH	250 Volt 250 Volt	0,75 mm^2 mehrfach wie bei NPL 0,75 ... 70 mm^2 mehrfach wie bei NSA wie bei NWK	(Baumwollbespinnung.) Nahtlose vulkanisierte Gummihülle von 0,5 mm Wandstärke. Bei NSH Bandbewicklung. Preßgummimantel auch mit Beflechtung (NLHG) (bei NSH zweiter Gummimantel mit Bandzwischenlage).
Sonderschnüre für rauhe Betriebe	NSGK	250 Volt	1,5 bis 35 mm^2 mehrfach wie bei den Werkstattschnüren mit Schutzleiter	Nahtlose Gummihülle, jede Ader mit gummiertem Band bewickelt, die Adern verseilt und mit Gummi dicht umpreßt. Bewicklung mit gummiertem Band, Umflechtung aus Faserstoff.
Hochspannungsschnüre	NHSGK	1000 Volt	1,5 bis 16 mm^2 mehrfach wie bei den Werkstattschnüren	Nahtlose Hülle, jede Ader wie NSGA/2, weiter wie NSGK-Schnüre
Biegsame Theaterleitungen: Soffittenleitungen Versatzleitungen	NTK NTSK	250 Volt	von 2,5 mm^2 ab (wie bei NWK)	Gummihülle wie bei NSGA/2 mit gummiertem Band bewickelt, verseilt, getränkte Bandbewicklung, Jutebeflechtung, NTK = Glanzgarnbeflechtung, NTSK = Umhüllung aus Segeltuch.
Leitungstrossen zur Führung über Leitrollen u. Trommeln (Kranleitungen, Abteufleitungen, Schießleitung) auch selbsttragend mit Drahtseilanlage	NT	Bis 250 Volt wie NGA über 250 Volt wie NSGA	2,5 bis 150 mm^2 mehrdrähtig. Einzeldrähte nicht über 0,7 mm Ø. Mit Schutzleiter aus verzinntem Kupfer gleichen Querschnittes (höchstens 50 mm^2)	Bis 250 Volt Isolierung wie bei NGA und ausreichend biegsame, widerstandsfähige Bewehrung. Ueber 250 Volt Isolierung wie bei NSGA. Metallbewehrungsdrähte nicht unter 0,5 mm Ø. Darunter Schutzpolster (feuchtigkeitsbeständig).

B. Umhüllte Leitungen (gelten nicht als isolierte Leitungen).

I. Wetterfeste Leitungen.

Bezeichnung		Bauart des Leiters	Aufbau der Isolation
Wetterfeste Leitungen	PLWC (Kupfer) PLWB (Bronze) PLWA (Aluminium) PLWAld rot u. schwarz	Freileitungen nach DIN VDE 8300, 8201	Rote, wetterfeste Masse. 2 Papier-Lagen, 1 Baumwoll-Lage. 2. Wetterfeste Masse. Beflechtung aus rot getränkter Baumwolle oder Hanf.

II. Nulleiterleitungen, nicht zur Verlegung im Erdboden.

Bezeichnung		Nennspannung	Bauart des Leiters	Aufbau der Isolation
Nulleiterdrähte	NLC NLA	0 Volt	1,5 ... 16 mm^2 massiv bis 500 mm^2 mehrdrähtig	In wetterfester Masse (grau), getränkte Beflechtung.
Hülleiterleitungen für Erdverlegungen	NAE NABE			
Nulleiter im Erdboden	NE NBE	0 Volt	4 ... 10 mm^2 massiv bis 500 mm^2 mehrdrähtig	Zähe Asphaltmasse, getränktes Papier, Jute. Bei NBE noch Bleimantel zwischen Leiter und Umhüllung.

Herausgeber, Eigentümer und für den Inhalt verantwortlich: Ing. H. Kirnbauer, Urfahr, Reindlstraße 10, Redaktion Linz, Landstraße 9, Tel. 21450, 38166, Verleger, Generalvertrieb für das In- und Ausland und Expedit: Hausruckverlag Gustaf Adolf J. Neumann, Linz, Landstraße 9. Wiener Redaktion: Ing. H. G. Oberparleiter, Tel. B 21-0-92. Genehmigt durch Permit der Militärregierung vom 15. 8. 1946 — 503/48/10 — Druck: Buch- und Kunstdruckerei Joh. Haas, Wels, Stadtplatz 34 — 4250

C. Starkstrom-Bleikabel nach VDE 0255 und 0260.

Bezeichnung		Nennspannung	Bauart des Leiters	Aufbau der Isolation
I. Gummibleikabel.				Wie bei NGA und NSGA jede Gummihülle mindest. 1,5 mm.
Normale Gummibleikabel	NGK	Wie bei NGA und NSGA		Wie bei NSGA starken Bleimantel und Bewehrung wie beim Papierkabel.
Gummibleikabel für Reklamebeleuchtung	NRGK	250 Volt	Leiter wie bei NFA 0,75 mm², Rückleiter wie bei NGA 1,5 mm²	Wie bei NFA mit farbiger Baumwollbeflechtung; Rückleiter NGA ohne Beflechtung; rund verseilt, bandbewickelt. Bleimantel, Papierband und Jutebedeckung wie Mehrleiterpapierkabel.

II. Papierbleikabel.

NK blanker Bleimantel; NKA Bleimantel und Umhüllung; NKB Bleim., Umh., Bandstahlbewehrung; NKF Bleim., Umh., Flachdrahtbewehrung; NKR Bleim., Umh., Runddrahtbewehrung; NKFG Bleim., Umh., Flachdrahtbewehrung, Gegenwendel; NKBA Bleim., Umh., Bandstahlbew., Umh.; NKFA Bleim., Umh., Flachdrahtbew., Umh.; NKRA Bleim., Umh., Runddrahtbew., Umh.; NKRRA Bleim., Umh., dopp. Runddrahtbew., Umh.; NKZA Bleim., Umh., z-förmige Profildrahtbew., Umhüllung; NKZRA Bleim., Umh., z-förmige Profildrahtbewehrung. Runddrahtbew., Umhüllung. — Weiters A = dopp. Umhüllung. — Dem Kurzzeichen folgen Leiterzahl, Querschnittsangabe (r kreisförm. Leiter), Nennspannung, z. B. NKBA 3 × 150 r 15 kV. E zwischen N u. K = einzelverbleite Leiter, z. B. NEKBA. A hinter N = Aluminiumleiter, z. B. NEAKBA.

Tabelle IV. Stoffwahl für elektr. Leitungen und Zubehör (Spannungen unter 1000 V).

Ort	Art der Leitung	Art der Verlegung	Beleuchtungskörper	Schalter, Sicherung
Freileitung	Blankes Kupfer BC Blankes Alu BA Blankes Eisen BE	(g) Bis zu drei Leitungen gebogene Stützen; Ldarüber Traversen mit geraden Stützen. Bei Kreuzungen Schutznetze oder erhöhte Sicherheit, VDE 0210.	wasserdichte Leuchten	wasserdicht
	LW PLW NGAW	Vor Fenstern und bei Kreuzungen. Senkrechte Leitungen in verzinktem Stahlpanzerrohr Einführungspfeifen		
Leitungen im Freien	BC PLW NGAW	(g) (r) an Drahtseilen zugfrei aufgehängt Senkrechte Leitungen wie bei Freileitungen	wasserdichte Leuchten	wasserdicht
Wohngebäude: Hausanschlußleitung Steigeleitung	NKBA NGA	(si) (s) (sip) (sp) (Stahlpanzer- oder verbleites Stahlrohr) auf oder unter Putz		plombierbar auf Putz
Keller trocken	NGA	(si) (s) verzinktes, verbleites Stahlpanzerrohr, verbleites Stahlrohr	einfach	auf Putz
	NGA	(r) Rollen; senkrecht im Rohr	einfach	auf Putz
Keller feucht Waschküche	NBEU NBU	(g) Kellerisolatoren, Mantelrollen	wasserdicht	wasserdicht auf Putz
Erd- und Obergeschoße	NGA	(i) (s) verbleites oder Messingrohr, Stahlrohr auf Putz	nach Wahl nach Wahl	auf Putz unter Putz
Dachgeschoß	NGA NRA	(sip) verbleites oder Stahlpanzerrohr unter Putz (bo) auf Putz	nach Wahl	
Bad	NBEU NBU	(g) Mantelrollen oder in Rohr	wasserdicht	auf Putz außerhalb des Raumes
Geschäftsräume Lager Fabrikräume	NGA	(i) (fi) wie Wohngebäude. Bei Betondecken Stahlpanzerrohr ohne Abzweige und ohne Krümmungen über der Decke verlegt. (Lampenaufhängepunkte sind zugleich von unten zugängliche Abzweigstellen)	nach Wahl	auf oder unter Putz
Warenhäuser Schaufenster		Wasserdichte Steckkontakte im Fußboden vorsehen		
Maschinen Krane	NGA NKFA NPA	(si) Stahlpanzer mit Endverschlüssen (Blech- oder Gußeisen)		Gußeisen-schaltkästen
Fabriken mit Säuredämpfen Akkumulatorenräume	BC NRU NBU	mit Emaillelack gestrichen auf (g) säurefest imprägniert auf (g). Senkrechte Leitungen in verbleitem Stahlpanzerrohr mit Einführungspfeifen	Porzellanleuchten	Porzellan, wasserdicht
Maschinenhäuser	NK NKA	in Tonrohren mit Bleiendverschlüssen		
Fabriken mit explosionsgefährlichen Dämpfen	NRU NBU NBEU	(si) verschraubtes Rohrnetz, verbleites Stahlpanzerrohr mit Gußeisen-Endverschlüssen	wasserdicht verschraubte Leuchten	wasserdicht in verriegelten Kästen
Brauereien Brennereien Molkereien Badeanstalten Abkochereien Ställe, Aborte	NGAW NBU	(g) senkrechte Leitungen vermeiden	wasserdichte Leuchten	wasserdichte Porzellanschalter mit Gestängeantrieb (Stallschalter)
Garagen	NGA NBU	(s) verbleites Stahlrohr	wasserdichte Leuchten	wasserdicht verriegelt
Staubige Betriebe (Zement-, Düngemittelfabriken)	NGAW NGA NBU	(g) Isolatoren, Mantelrollen (si) verschraubtes, verbleites Stahlpanzerrohr	wasserdicht	wasserdicht

Anmerkung: Kennbuchstaben für Leitungsverlegung gemäß DIN VDE 717

(g) auf Isolierglocken — (i) in Isolierrohren — (s) in Stahlrohren — (p) Verlegung unter Putz — (bo) in Rohrdrähten
(r) aus Isolierrollen — (fi) in Falzrohren — (si) in Stahlpanzerrohren — (b) kabelähnlich, z. B. Bleimantelleitung — (k) in Kabel

Röhrenkartei als Beilage eingelegt